

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LAMINACIÓN
PLANOS EN LA EMPRESA ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A**

CAROL ANDREA ACEVEDO AGUILERA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2011

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LAMINACIÓN
PLANOS EN LA EMPRESA ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A**

CAROL ANDREA ACEVEDO AGUILERA

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de
ingeniero industrial**

Directora:

MARIA DEL ROSARIO CASTELLANOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2011

DEDICATORIA

Dedico mi tesis de grado.

A Dios por todas sus bendiciones, por ser mi fortaleza espiritual y permitirme culminar esta meta satisfactoriamente.

A mi madre Luz Marina Aguilera y mi padre Henry Acevedo, que en el cielo está, por su comprensión y confianza, por todos los esfuerzos y sacrificios que tuvimos que enfrentar. Siempre estaré orgullosa de ustedes y mis logros serán sus logros.

A mis hermanos Jessica Acevedo y Henry Acevedo, su permanente colaboración, motivación y alegría me dieron la esperanza y la fe para seguir adelante.

Con todo mi respeto y admiración a mis tíos, por el apoyo incondicional que me brindaron siempre.

CAROL ANDREA ACEVEDO AGUILERA

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios, que con un soplo me dio la vida, agradezco a mi padre que desde el cielo sigue dándome fuerza para continuar, a mi madre que con tanto amor a llenado de sentido mi vida, a mis hermanos gracias por su apoyo y compañía.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	18
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	19
1.1 OBJETIVOS	19
1.1.1 Objetivo General.	19
1.1.2 Objetivos Específicos	19
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.3 JUSTIFICACION	21
1.4 ALCANCE DEL TRABAJO	22
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	24
2.1 RESEÑA HISTÓRICA	24
2.1.1 La siderurgia en Colombia.	24
2.1.2 Antecedentes.	24
2.1.3 Constitución de la empresa.	24
2.1.4 Montaje y puesta en marcha.	25
2.1.5 Las minas.	25
2.2 UBICACIÓN	25
2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	25
2.3.1 Misión.	26
2.3.2 Visión (la intención estratégica del negocio).	26
2.3.3 Valores, Política de gestión integral.	26
2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	27
2.4.1. Explotación de materias primas	27
2.4.2 Fabricación primaria.	29
2.4.3. Aceración.	38

2.4.4 Laminación Planos	42
3. MARCO TEORICO	53
3.1 CICLO DEMING	53
3.1.1 Planear	53
3.1.2 Hacer	53
3.1.3 Verificar	53
3.1.4 Actuar	53
3.2 DIAGRAMA ESPINA DE PESCADO	54
3.3 MATRIZ DOFA	55
3.4 METODOLOGÍA SEIS SIGMA	56
3.5 ÁLBUM DEFECTOLÓGICO DE PRODUCTOS DE LAMINACIÓN PLANA EN LA EMPRESA ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.	58
DEFECTOS EXTERNOS	59
3.6 INFORME DE DESCALIFICACIONES Y CHATARRA	61
4. DIAGNOSTICO PROCESO PRODUCTIVO LAMINACIÓN PLANOS	64
4.1 PLAN DE TRABAJO, DIAGNOSTICO LAMINACIÓN.	64
4.2 PRODUCCION Y PARADAS DEL TREN 1100	67
4.3 PRODUCCION Y PARADAS DEL TREN STECKEL	71
4.4 DESCALIFICACION DE PRODUCTO FINAL	74
4.4.1 Variables Estudio	77
4.4.2 Formato De Recolección De Información.	78
4.5 DESARROLLO CON LA METODOLOGIA SEIS SIGMA	79
4.6 PLANES DE ACCION PARA EL MEJORAMINETO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LAMINACION PLANOS	83
4.7 CREACION DE DESCRIPCIONES DE PROCESO, MAPA DE PROCESO.	87
4.8 DISMINUCIÓN DE DESCALIFICACIONES	97
5. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES	99

6. RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFIA	102

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de Flujo	27
Figura 2. Diagrama de flujo proceso de alto horno.	38
Figura 3. Diagrama de flujo proceso de acería.	42
Figura 4. Diagrama de flujo proceso de laminación.	43
Figura 5. Diagrama de flujo proceso de laminación en el tren laminador 1100 (Blooming)	46
Figura 6. Diagrama de flujo proceso de laminación en el tren laminador Steckel.	50
Figura 7. Diagrama de flujo proceso en la línea de corte.	52
Figura 8. Análisis de Fenómeno	64
Figura 9. Análisis de Causa efecto	65
Figura 10. Causa Efecto	66
Figura 11. Diagrama Causa Efecto de las principales fallas emergentes	69
Figura 12. Diagrama causa efecto de las principales fallas emergentes	73
Figura 13. Fotografías del defecto que presenta más frecuencia.	76
Figura 14. Espina de pescado	77
Figura 15. Metodología seis sigma	79
Figura 16. Relación proyecto seis sigma	80
Figura 17. Relación de la metodología	81
Figura 18. Muestra grafica	82
Figura 19. Descripción De Negocio Hornos De Foso	88
Figura 20. Mapa De Proceso Horno De Foso	89
Figura 21. Descripción De Negocio Tren 1100	90
Figura 22. Mapa De Proceso Tren 1100	91
Figura 23. Descripción De Negocios Planchones	92
Figura 24. Mapa De Proceso Horno De Planchones	93

Figura 25. Descripción De Negocio Tren Steckel	94
Figura 26. Mapa De Proceso Tren Steckel	95
Figura 27. Descripción De Negocio Línea De Corte	96
Figura 28. Mapa De Proceso Línea De Corte	97

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resumen de causas producción de defectuosa	61
Tabla 2. Producción TREN 1100	67
Tabla 3. Paradas Tren 1100 (min)	68
Tabla 4. Producción Tren Steckel	71
Tabla 5. Paradas Tren Steckel (min)	72
Tabla 6. Informe diario	78
Tabla 7. Plan de Acción - Laminación planos	83

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Comportamiento del porcentaje de perdida de rollo a producto final	21
Grafica 2. Producción Tren 1100 (ton)	68
Grafica 3. Paradas Tren 1100	69
Grafica 4. Produccion Tren Steckel (ton)	71
Grafica 5. Paradas Tren Steckel	72
Grafica 6. Calificación	74
Grafica 7. Pareto Chart of Defecti	75
Grafica 8. Disminución de producto descalificada a segunda	98

GLOSARIO

Laminación: La laminación es un trabajo mecánico para deformar materiales metálicos sin arranque de viruta, que se efectúa arrastrando un material a través de dos cuerpos cilíndricos que giran en sentido contrario al del flujo de material. Bajo esas dos fuerzas de compresión, el material a laminar experimenta un alargamiento en sentido longitudinal, así como un ensanchamiento y con ello una disminución de sección.

Cuando la laminación se efectúa a temperaturas por encima de la temperatura de recristalización se llama laminación en caliente y en caso contrario, laminación en frío. La laminación uniforme de un lingote o una barra solo es posible si en todas las secciones, la masa del mismo tiene la misma temperatura.

Tren 1100: El tren 1100 es una caja laminadora, tipo dúo reversible, cuyos cilindros son accionados por motores independientes de corriente continua. En el desbastador 1100 se reducen las dimensiones transversales del lingote y se aumenta su longitud al pasarlo repetidas veces por entre las cilindros que poseen movimiento reversible, velocidad variable y separación controlable.

Tren Steckel: El tren de laminación de bandas en caliente, Steckel, es un cuarto reversible y aplicado en los cilindros de trabajo, en cuyo proceso se obliga a pasar la banda por la caja en uno y otro sentido según los diferentes modos de laminación: plano a plano, plano a bobinadora de horno, bobinadora de horno a bobinadora de horno y bobinadora de horno a bobinadora final, fluctuando las secuencias entre tres, cinco y siete pasadas según sea el espesor final pedido.

Descripción de Proceso: Documento donde se hace una descripción global del proceso, se identifican clientes, insumos, el negocio, los productos y clientes.

Mapa de Proceso: Es la descripción del proceso mediante cada una de sus etapas, resultados o salidas (Y) y entradas o insumos (X).

Patrón Operacional: Es la descripción paso de cómo efectuar las actividades de producción del área.

RESUMEN

TITULO: MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LAMINACIÓN PLANOS EN LA EMPRESA ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.*

AUTORA: CAROL ANDREA ACEVEDO AGUILERA**

PALABRAS CLAVES: Laminación, Tren 1100, Tren Steckel, Descripción de Proceso

DESCRIPCION:

Partiendo del conocimiento y análisis de los Instrumentos de calidad, se hace un análisis del proceso productivo de la Planta Laminación Planos de la empresa Acerías Paz del Río S.A., ubicada entre los Municipios de Nobsa y Corrales en el Departamento de Boyacá, fundada en el año 1948 y cuyo proceso productivo se inició en 1952 como la única Planta Siderúrgica integrada del país.

El presente proyecto tuvo como objetivo el diseño, desarrollo y evaluación de un análisis que permitiera apoyar la toma de decisiones respecto de la programación de operaciones en la planta con la que cuenta Acerías Paz del Río S.A.

Se buscó de esta forma encontrar la secuencia en que debieran ejecutarse los distintos trabajos mensuales, minimizando los tiempos de producción.

La investigación se centró, únicamente en el proceso de laminación planos de la compañía, que es aquel en donde se le da la forma final a los productos siderúrgicos involucrando el Tren 1100 y el Tren Steckel.

Se buscó de esta forma encontrar la secuencia en que debieran ejecutarse los distintos trabajos mensuales, minimizando los tiempos de producción.

La investigación se centró, únicamente en el proceso de laminación planos de la compañía, que es aquel en donde se le da la forma final a los productos siderúrgicos involucrando el Tren 1100 y el Tren Steckel.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Estudios Industriales y empresariales, Directora, María del Rosario Castellanos

ABSTRACT

TITLE: ENHANCEMENT OF PRODUCTION PROCESSES OF FORMING THE COMPANY PLANS ACERIAS PAZ DEL RIO SA*

AUTHOR: CAROL ANDREA ACEVEDO AGUILERA ** **

KEYWORDS: Rolled, Train 1100, Train Steckel, Description of Process

DESCRIPTION: From the knowledge and analysis of quality instruments, an analysis of the production process of the plant the company plans rolling Paz del Rio SA steelworks, located between the municipalities of Nobsa and Corrales in the Department of Boyacá, founded in 1948 and whose production process began in 1952 as the only integrated steel plant in the country.

This project aims to design, development and evaluation of an analysis to support decision-making regarding the scheduling of operations at the plant on which it counts Paz del Rio SA Steelworks.

It thus sought to find the sequence in which jobs should run various monthly, minimizing production times.

The research focused only on the flat rolling process of the company, which is one where you give the final shape of the steel products involving the Train 1100 and Steckel.

This project aims to design, development and evaluation of an analysis to support decision-making regarding the scheduling of operations at the plant on which it counts Paz del Rio SA Steelworks.

It thus sought to find the sequence in which jobs should run various monthly, minimizing production times.

The research focused only on the flat rolling process of the company, which is one where you give the final shape of the steel products involving the Train 1100 and Steckel.

* Graduation Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of Industrial and Business Studies, Engineer Maria del Rosario Castellanos (Project Director).

INTRODUCCION

En la actualidad con el cambio de tecnologías y crecimiento globalizado, las empresas de todos los sectores ven la importancia de convertirse en compañías competitivas, asegurando su participación en el mercado y entregando productos de calidad a sus clientes; de esta manera las empresas son conscientes de la necesidad de mejorar sus procesos productivos.

Acerías Paz del Río S.A. vio la necesidad de enfocarse en la mejora de sus procesos en el área de Laminación Planos, donde con este trabajo se buscara tener herramientas contundentes para contribuir al crecimiento del área y consecuentemente con el cumplimiento de los objetivos de la compañía.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General. Diagnosticar, documentar e implementar mejoras en los procesos de laminación planos en la empresa de Acerías Paz del Rio S.A.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de los procesos de laminación planos para establecer los factores críticos que inciden en su nivel de eficiencia.
- Identificar y recolectar información cuantitativa de las variables relacionadas en el proceso buscando realizar la trazabilidad del producto.
- Analizar la información recolectada de las diferentes variables involucradas en el proceso de laminado.
- Establecer planes de acción, creando tareas específicas para el buen desarrollo de la gestión en laminación planos.
- Proponer, implementar y validar prácticas operacionales buscando mejoras en los procesos productivos de laminación planos.
- Presentar resultados de la mejoras realizadas en el área de laminación

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Acerías Paz del Rio requiere adelantar un proceso de mejora continua en la operación de sus actividades en el área de Laminación planos, por lo cual es consciente de la necesidad de mejorar los niveles de desempeño de los procesos productivos dentro del marco del sistema de Gestión de Calidad.

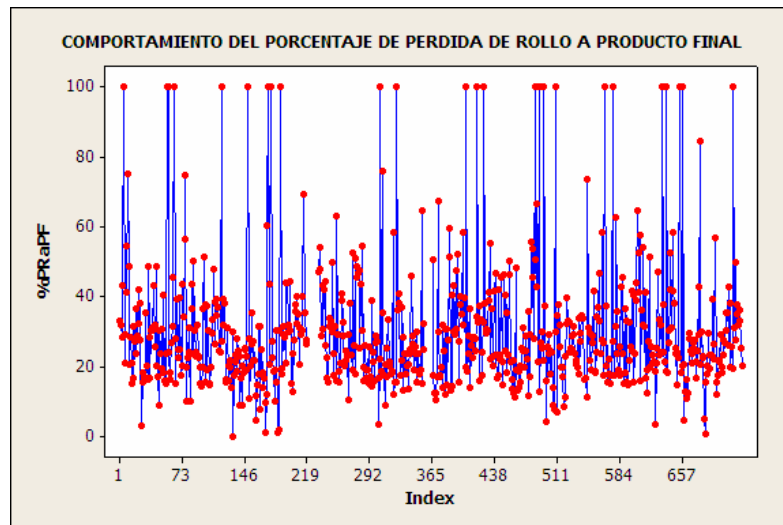
A pesar de que en el área de Laminación Planos se ha venido trabajando en la implementación y seguimiento de los procesos, es necesario que a estos esfuerzos se sumen algunas mejoras que permitan mantener y mejorar su gestión. Tales mejoras deben enfocarse a la solución de los problemas más críticos, siendo notable mencionar algunos de ellos.

Las descalificaciones de productos terminados están por encima de las metas establecidas por la compañía, a esto se suma la baja productividad del área y el significativo aumento de paradas en la línea de producción.

Considerando lo anterior se hace necesario realizar una revisión de la eficacia de los procesos para desarrollar herramientas que permitan mejorar la gestión de laminación Planos, y así Acerías estará en capacidad de asumir los nuevos retos del mercado.

A continuación se presenta un grafico que muestra el comportamiento del porcentaje de pérdida de producto final del proceso de laminación planos; se evidencia una descalificación de más del 50% por cada unidad.

Grafica 1. Comportamiento del porcentaje de perdida de rollo a producto final



Fuente: Autor

1.3 JUSTIFICACION

Acerías Paz del Río S.A., después de 60 años de constitución, sigue siendo la siderúrgica de mayor importancia a nivel nacional y una de las más importantes en Latinoamérica. El momento actual que vive la empresa, motivado por diferentes factores como la inversión del Grupo Votorantim, el crecimiento del sector de la construcción en el país, la creciente demanda de acero en el mercado internacional y el proyecto de Zona Franca Permanente Especial hacen de este, un momento tal vez único en la historia de la empresa, pues se inicia una época de grandes cambios y por ende, de singulares oportunidades tanto para la empresa como para los trabajadores y la región misma.

Este estudio tiene una gran relevancia para el mejoramiento progresivo en las líneas de Laminación Planos, su importancia se debe a que las variables industriales, de productividad y calidad, están siendo afectadas por el no

cumplimiento de métodos de trabajo y aplicación de mejoras a equipos y maquinas. Los beneficios serían: incremento en los tiempos efectivos, incremento en las toneladas de material procesado por turno y por ende un impacto positivo en la productividad programada. Todo proceso productivo es un sistema formado por personas, equipos y procedimientos de trabajo. El proceso genera una salida (output), que es el bien o servicio que se quiere vender. La calidad del producto está determinada por sus características o atributos, es decir, por sus 3 propiedades que en conjunto determinan el aspecto y el comportamiento del mismo. El cliente quedará satisfecho con el producto si esas características se ajustan a lo que esperaba, es decir, a sus expectativas previas. Por lo general, existen algunas características que son críticas para establecer la calidad del producto. Normalmente se realizan mediciones de estas características y se obtienen datos numéricos. Si se mide cualquier característica de calidad de un producto, se observará que los valores numéricos presentan una fluctuación o variabilidad entre las distintas unidades del producto. El valor de una característica de calidad es un resultado que depende de una combinación de variables y factores que condicionan el proceso productivo.

1.4 ALCANCE DEL TRABAJO

La elaboración del presente proyecto tiene como fin realizar mejoras en la operación de la gestión de los procesos de producción, en el área de laminación Planos.

En primer lugar se realizará un diagnóstico de las causas de descalificación de productos utilizando herramientas que permitan trabajar con información cualitativa y cuantitativa, además que permita establecer y realizar mejora al proceso de selección de producto.

Se levantarán planes de acción enfocados a la seguridad, la productividad con calidad y al mantenimiento permanente de la línea de producción.

Se revisarán las prácticas operacionales en curso buscando la actualización de las mismas y un entrenamiento adecuado al personal del área.

Se utilizarán herramientas como: Ciclo Deming, diagrama espina de pescado, análisis estadístico, listas de chequeo, matriz DOFA, metodología 5W1H, metodología DMAIC y matriz Causa Efecto.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 RESEÑA HISTÓRICA

2.1.1 La siderurgia en Colombia. La historia de Acerías Paz del Río está íntimamente ligada con la evolución de la industria siderúrgica nacional. Dicha industria nace en los comienzos del siglo veinte con el descubrimiento de los primeros yacimientos de mineral de hierro en 1923 en la región de Pacho, ubicada en el departamento de Cundinamarca. Se procedió entonces a instalar la Ferrería de Pacho y posteriormente fueron creando otras como la de Amagá en Antioquia, la de Samacá en Boyacá y la de la Pradera en Subachoque, ferrerías que permanecieron pocos años en operación.

2.1.2 Antecedentes. En 1940 el Instituto De Fomento Industrial (IFI) se fijó como meta impulsar el desarrollo de la industria siderúrgica en el país. En 1942, los geólogos Benjamín Alvarado y Vicente Suárez Hoyos presentaron el primer informe documentado sobre los yacimientos de Paz del Río en Boyacá, como resultado de un análisis practicado a la muestra enviada por el Doctor Olimpo Gallo, confirmando la existencia del mineral de hierro en la región. También se hallaron importantes depósitos de caliza y carbón. La hacienda Belencito fue escogida para el montaje de la Planta por su cercanía tanto a los yacimientos de mineral de hierro, carbón y caliza como a las ciudades de Sogamoso y Duitama.

2.1.3 Constitución de la empresa. El Gobierno Nacional, por medio de la Ley 45 del 15 de diciembre de 1947, autorizó la creación de una siderúrgica en Boyacá. El 17 de septiembre de 1948 se formó la sociedad anónima Empresa Siderúrgica Nacional de Paz de Río.

En el mes de octubre de 1954, la Empresa cambió su razón social por la de Acerías Paz del Río, S. A.

2.1.4 Montaje y puesta en marcha. En virtud de la autorización del Gobierno Nacional, los equipos se adquirieron mediante empréstito del Banco de París y de los Países Bajos y el montaje se inició en 1951. Una vez realizadas las obras civiles y la instalación de equipos y maquinaria, el 13 de Octubre de 1954 se puso en marcha la Planta, fecha en que salió la primera colada del Alto Horno.

2.1.5 Las minas. La Empresa cuenta con equipos para la explotación de las minas de hierro en Paz de Río, carbón en Paz de Río y Samacá, y caliza en Belencito. Los trabajos se llevan a cabo siguiendo las más estrictas normas de seguridad. Las reservas de los yacimientos de Acerías son de tal magnitud que permitirán la operación de la planta más de 50 años.

2.2 UBICACIÓN

La planta industrial está ubicada en Belencito, dentro de la jurisdicción de los municipios de Nobsa y Corrales. Por vía férrea está a 37 kilómetros de Paz de Río. Por carretera, entre Belencito y otras ciudades: A 7 km de Sogamoso, 20 km de Duitama, 70 km de Tunja y a 220 km de Bogotá.

Su altura es de 2.400 m.s.n.m y temperatura media de 18°C.

2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional de la Empresa está conformada por la Presidencia, las Vicepresidencias Siderúrgica, Minas, Proyectos, Comercial, Financiera,

Administrativa y Jurídica. A su vez, cada una de ellas cuenta con Divisiones, Departamentos y Secciones.

Dentro de la Vicepresidencia Siderúrgica se encuentra ubicada la División de Laminación y a su vez el Departamento de Laminación Planos.

2.3.1 Misión. La Misión de ACERIAS PAZ DEL RIO, S.A. es explorar, explotar y transformar los minerales de hierro, caliza y carbón en productos de acero y los derivados del proceso siderúrgico para su comercialización y uso a nivel industrial, metalmecánica, construcción y agrícola.

2.3.2 Visión (la intención estratégica del negocio). Acerías Paz del Río, S.A. será una empresa estable y rentable, que genera valor a sus clientes, trabajadores, accionistas y a la comunidad, siendo competitiva con respecto al mercado abierto del acero a nivel nacional e internacional, como la única siderúrgica integrada de Colombia, produciendo nuevos y mejores productos

Será una Organización renovada tecnológicamente en los principales procesos productivos, que aplica una gestión integral enfocada en la prevención de riesgos en calidad, medio ambiente, salud y seguridad y en la mejora continua de su desempeño.

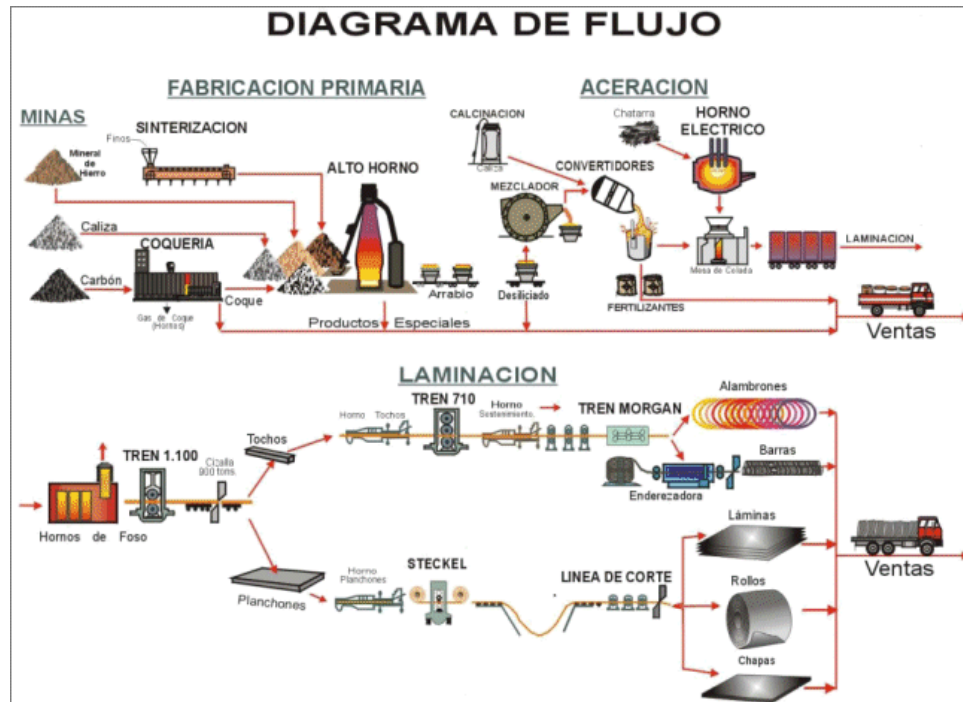
2.3.3 Valores, Política de gestión integral. Producir y comercializar productos de acero y los derivados del proceso siderúrgico, mediante la participación de Talento Humano competente, la utilización de materias primas, insumos y servicios confiables, en un ambiente de trabajo orientado a la “prevención” de riesgos a nivel interno y de nuestro entorno que permitan garantizar el “cumplimiento” de la normatividad legal vigente y de las especificaciones acordadas, identificando y minimizando condiciones de riesgos, productos y servicios no conformes,

“mejorando” la satisfacción de nuestros Clientes, Trabajadores, Comunidad y Accionistas.

2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso siderúrgico en la empresa Acerías Paz del Río s.a. es integrado, y visto en forma global, se encuentra dividido en cuatro etapas, a saber: explotación de materias primas, fabricación primaria, aceración y laminación.

Figura 1. Diagrama de Flujo



Fuente: Gerencia De Planta Acerías Paz Del Río S. A.

2.4.1. Explotación de materias primas

- **Mineral de hierro:** Explotado en las minas EL UVO, EL UCHE y PIRGUA en Paz de Río y en la mina EL BANCO en Tasco.

- **El uvo:** Explotación bajo tierra, sistema de tambores, cámaras y pilares, arranque del material con explosivos.
- **El banco:** sistema de explotación a cielo abierto con arranque mecánico del material.
- **El uche y pirgua:** Sistema de explotación a cielo abierto mediante arranque con explosivos.

El material extraído de EL UVO es transportado desde bajo tierra por medio de sistemas férreos, bandas transportadoras o el cable aéreo hasta las plantas de trituración en Paz de Río, a donde también llega por carretera el material explotado en las minas de EL UCHE, PIRGUA y el BANCO.

En los patios de Paz de Río se efectúa la trituración y selección del material en finos para sinterización y gruesos para el Alto Horno, para ser transportados por tren hasta la planta siderúrgica de Belencito.

- **Carbón:** El carbón consumido en el proceso siderúrgico es explotado en las minas de la Chapa, Esperanza, Socotá y Socha viejo, ubicadas en los municipios de Tasco y Socha, el comprado a particulares de la provincia de Valderrama, es transportado por carretera hasta los patios Paz del Río, donde algunos son lavados en la planta de Santa Teresa y posteriormente por tren hasta la planta de coquería, en Belencito, para su consumo.
- **Caliza:** la piedra caliza empleada en el proceso siderúrgico es explotada en las minas de Belencito, (Nobsa), tanto en bajo tierra como en superficie, siendo triturada, seleccionada y transportada por vía férrea y/o por carretera para su consumo en las plantas de sinterización, Alto Horno y Calcinación.

2.4.2 Fabricación primaria. Preparación de materias primas

- **Coquería**

Coque: el coque es el residuo poroso, de color gris plateado, que queda de la destilación del carbón bituminoso. Para su producción, se desarrollan en la planta las siguientes actividades:

- ✓ **Manejo de carbón:** (preparación de la mezcla del carbón para los hornos de batería). En esta sección se reciben los carbones por vía férrea o camiones, que según se clasifican (alto, medio y bajo volátil) son enviados a las pilas en formación para ser homogenizados. De cada uno de ellos se tiene pilas en consumo en donde el carbón es recuperado y enviado a unos silos y según proporciones previamente establecidas son dosificados para conformar la mezcla para la producción de coque. Esta mezcla es humidificada y triturada hasta un tamaño entre un 20 y 25% superior a 3,15mm y luego enviado a los silos de batería. Para realizar las operaciones de apilamiento y recuperación de los carbones, se utiliza una máquina llamada mototrailla.

La calidad de los carbones y de las mezclas de carbones para la batería, es controlada en los laboratorios de la empresa en Paz de Río y de control de calidad en Belencito.

- ✓ **Batería de Coque (Proceso de coquización):** la batería de coque número 2 entró en funcionamiento el 25 de octubre de 1975. Consta de 57 hornos Koppers Becker tipo cañón con una capacidad por horno de 16ton de carbón (11,28ton de coque bruto). Cada uno de ellos tiene una longitud de 12,56m, altura 4,33m y ancho LM (lado máquina) igual a 0,365m, LC (lado coque) igual a 0,463m. Su capacidad nominal es de 84 deshombres por día con un consumo de 1344 ton/día de carbón para una producción de 948 ton/día de coque bruto.

Normalmente opera a 66 deshornos/día. El calor requerido es de 550 kcal/kg de carbón. El calentamiento es aportado por la combustión de gas de coque que posee un poder calorífico de 5400kcal/m³.

Las principales operaciones que se realizan en la batería son:

- ✓ **Cargue de hornos**, con la mezcla de carbón previamente preparada.
- ✓ **Deshorne**, se realiza una vez cumplido el tiempo de coquización.
- ✓ **Apagado del coque**, incandescente, en la torre de apagado.
- ✓ **Trituración y tamizado**, en donde se separa el coque metalúrgico a) entre 1 -3 pulgadas, enviado al Alto Horno, b) mayor a 3 pulgadas para fundición y c) los finos, menos de una pulgada para sinterización.

Maquinaria utilizada. Las maquinas utilizadas para la operación de la batería son las siguientes:

- ✓ **Cargadora:** situada en la parte superior de la batería, es la encargada de trasportar el carbón desde los silos hasta el horno que se va a cargar, dejando caer el carbón dentro del mismo a través de las cuatro bocas de cargue que tiene cada horno en su parte superior. Se desplaza sobre rieles.
- ✓ **Deshornadora:** Extrae del horno el coque incandescente. Es la máquina más importante de la batería, tanto por su peso, alrededor de 120ton como por el número de funciones que realiza: 1) quita la puerta del horno, 2) empuja el salmón de coque fuera del horno, 3) vuelve a colocar la puerta y 4) nivela la carga dentro del horno.
- ✓ **Guía de coque:** Tiene translación propia, dispositivo para sacar la puerta del horno en el extremo contrario de la deshornadora y un corredor o guía desplazable que permite encaje junto al salmón de coque y puede salir del horno.
- ✓ **Vagón de apagado:** consta de un tractor y un vagón que recibe el coque

incandescente. El vagón tiene el piso inclinado, para facilitar el descargue de coque, después de apagado sobre la trampa de coque. La calidad del coque metalúrgico con destino para el Alto Horno es:

HUMEDA D	<2.5 % (*)	M10	< 10
M.V.	< 10%	M40	> 78
CENIZAS	11% máx	> 3"	20% máx
ESTABI LIDAD	57 – 62	> 1"	< 1% máx

- ✓ **Hornos Koppers.** La empresa cuenta con un horno Koppers de 400kg, para realizar ensayos de coquización con el fin de prever el comportamiento de diferentes mezclas de carbón y predecir la calidad del coque que se va a producir.

- **Sinterización**

Generalidades

Básicamente el proceso de sinterización consiste en someter a cocción una mezcla homogénea y perfectamente balanceada, compuesta por finos de mineral de hierro, finos de caliza, laminilla, cal, coquecillo y finos de retorno. Durante este proceso la carga es sometida a una semifusión (fusión incipiente) altamente oxidante, en donde se alcanzan temperaturas del orden de 1.350 °C El producto final es denominado SINTER y se caracteriza por su apariencia metálica, alta resistencia a la ruptura, color gris oscuro, alta porosidad interna, composición química homogénea, ausencia de humedad y materiales volátiles.

Para comprender mejor el proceso en la Planta de Sinterización, debemos saber

que ésta se encuentra dividida en dos secciones así:

✓ **Sección Materias Primas**

Donde se preparan y manejan las materias primas a los tamaños requeridos y a la formación de las pilas en los dos patios de mezcla, de 22.000 toneladas cada uno. La mezcla se dispone en tal forma que mientras la de un patio se consume la otra está en formación.

Para formar estas pilas se dispone de un apilador, el cual va adicionando capas intercaladas de caliza, finos de mineral, laminilla, cal y finos de sinter, con lo que se asegura una distribución homogénea de los materiales. La recuperación de la mezcla se realiza con las máquinas que tienen rastras y arado, que van deslizando la carga a un circuito de bandas transportadoras, que las conducen de las tolvas de almacenamiento de mezcla al proceso.

✓ **Sección Proceso**

Donde se procesa la mezcla homogeneizada y hacer llegar el producto terminado a las tolvas de almacenamiento de sinter en el Alto Horno. A esta sección llegan las mezclas de las pilas, los de retomo y el coquecillo, para ser mezclados en el tambor mezclador (TROMMEL), adicionándole la humedad (agua) necesaria para que la mezcla pueda ser sinterizada. Esta sección es controlada en la Cabina A.

✓ **Obtención del Sínter**

El proceso de Sínter propiamente dicho se inicia con la descarga de mineral de sobreparrilla (10 a 40mm) en una capa base de protección de los barrotos de aproximadamente 4cm de espesor, sobre los carros de la máquina de sinter. A continuación se le vierte la mezcla preparada en el tambor mezclador, la cual contiene coquecillo. Al pasar por el interior del horno de ignición, se prende la capa superficial y un ventilador hace que el frente de llama se traslade hacia el interior de la mezcla, alcanzando temperaturas de 1350°C. Este horno se calienta

con gas de coque y se mantiene a una temperatura de 1.000°C.

La masa compacta de la mezcla ya cocida se denomina TORTA, siendo fragmentada por un triturador al final del recorrido de la máquina de sinter, la que consiste en un gran número de carros metálicos formando una cadena sinfín que gira alrededor de 2 grandes ruedas y que circulan en forma continua por encima de un grupo de cajas de viento. Estos carros se deslizan sobre una vía de rieles que soportan los rodillos de empuje y contienen la mezcla desde cuando esta es alimentada en ellos hasta la descarga del sinter. La capacidad de la planta es de 480.000 t/año

El sinter con granulometría mayor a 5mm es transportado a las tolvas de almacenamiento del Alto Horno. Cuando su granulometría Inferior a 5mm se utiliza como FINOS DE RETORNO, siendo reprocessados nuevamente.

La composición típica del sinter obtenido en Acedas Paz del Río es:

Fe total	= 30 — 42%
CaO	= 21 — 23%
SiO ₂	= 10 — 12%
Al ₂ O ₃	= 4 - 5%

✓ **Control de calidad del Sinter**

A. Calidad Física: Se determina por granulometría y resistencia mecánica o estabilidad. El análisis granulométrico se realiza mediante el tamizado de la muestra. La estabilidad y su abrasión, que indican su resistencia mecánica bajo condiciones de tensión y choque, similares a las que sufre en el Alto Horno, están basadas de acuerdo con los ensayos propuestos por las normas ISO 9000.

El tamaño mayor a 10mm, debe ser igual o superior al 60%

La Estabilidad debe ser igual o superior a 70

b. Calidad Química: Con los análisis químicos se busca determinar y controlar los niveles de Fe y de sus componentes químicos, principalmente sílice y óxido de calcio, para determinar el índice de Basicidad.

- **Alto horno**

Breve reseña histórica

El Alto Horno Elena fue construido de acuerdo con la ingeniería y planos de la firma Arthur McKee & Co. De Cleveland, Ohio y suministrado completamente nuevo y montado por la firma francesa Delattre et Frouard Reunis. Su montaje se inició en 1952, al igual que las demás instalaciones que conformaba la planta de aquel entonces. El 13 de Octubre de 1954 tuvo lugar la primera colada, cuando se inauguró oficialmente la planta industrial de Belencito.

Para una siderúrgica integrada, el alto horno es su corazón, por cuanto le impone el ritmo a las plantas que le suministran sus materias primas, como las que transforman su arrabio hasta llegar a los productos finales (acería y laminación). Por esta razón, cuando el Alto horno detiene su operación, se suspende la mayor parte de la actividad siderúrgica.

- ✓ Componentes del alto horno

El cuerpo del Alto Horno lo conforman dos troncos de cono que están unidos en sus bases por un anillo llamado VIENTRE y que tiene sus extremos prolongados por zonas cilíndricas. Todas las partes internas están revestidas con ladrillos refractarios de diferentes calidades y espesores. La mitad interior del horno está refrigerada, con agua, mediante placas de fundición y cobre.

Otras partes del horno son:

- **El tragante:** Es la zona por donde se cargan las materias primas
- **La cuba:** por su forma y longitud, se crea un efecto de chimenea que facilita el ascenso de los gases y el descenso de la carga que, al irse calentando, incrementa su volumen.
- **El etalaje:** es un tronco de cono invertido, sometido a las condiciones más severas de temperatura y abrasión. Con su forma, se evita el excesivo desgaste del refractario y se regula el descenso de la carga, cuando está disminuyendo el volumen, por fusión y gasificación. Está protegido con gruesas placas colocadas entre la coraza metálica y el refractario.

✓ Materias primas

- **Mineral de Hierro.** Es traído desde las minas EL UVO, EL UCHE Y PIRGUA, en Paz de Río. Contiene 43% de hierro en estado húmedo natural.
- **Sinter:** Es el producto de la calcinación de una mezcla de laminilla, finos de mineral, caliza y coque. Contiene 40% de hierro.
- **Caliza:** Es obtenida en minas próximas a Belencito. Sirve para disminuir el punto de fusión de la Ganga que contiene las materias primas y para desulfurar el arrabio.
- **Coque:** Al reaccionar con el aire, genera el gas reductor y aporta el 80% del gas requerido. Además, es el principal responsable de la permeabilidad de la carga.
- **Aire:** Enriquecido con oxígeno puro, para acelerar la marcha del horno. Por las toberas se inyecta VAPOR DE AGUA para refrigerar el crisol y para incrementar el poder reductor del gas.
- **Chatarra:** Material metálico reciclado sobrante de diferentes procesos.

✓ Producción de Arrabio

Básicamente, el alto horno es un reactor químico y a su vez un intercambiador de calor que funciona de forma continúa. Materiales fríos y oxidados se calientan y se reducen al entrar en contacto con una corriente gaseosa ascendente.

Las materias primas se cargan al horno por su parte superior (tragante), mediante dos vagonetas de carga (skips), que son llenadas en la parte inferior de la estructura del horno por el carro báscula. En esa zona hay dos tolvas, una pequeña ubicada encima de una grande y ambas selladas con una campana en la parte inferior.

El skip alimenta la tolva pequeña cuando la campana pequeña desciende, su carga cae en la tolva grande, en donde se puede acumular hasta de seis skips. Para entregar su contenido al interior del horno la campana grande desciende. La campana pequeña se ha cerrado antes de la apertura de la grande, para evitar que el gas del horno escape a la atmósfera.

La tolva grande se carga primero solamente con coque y luego con el resto de materias primas, de tal manera que con dos aperturas sucesivas de la campana grande, se obtiene una carga completa del horno, balanceada térmica y químicamente.

Durante el día se realizan 85 cargas en promedio, distribuidas así: 620ton de coque, 600ton de mineral de hierro, 1400ton de sinter, 40ton de chatarra y 10ton de caliza.

La carga, al descender se va calentando por intercambio de calor con los gases ascendentes producto de la combustión del coque, a nivel de las toberas, con el aire de soplo que ha sido previamente calentado en las estufas, a una temperatura

comprendida entre 700 y 850°C.

Con el precalentamiento, la carga pierde agua y eleva su temperatura. Posteriormente se le reduce el contenido de oxígeno al mineral de hierro, que inicialmente estaba oxidado, pasando gradualmente a hierro puro. Esta fase se conoce como reducción.

Por efecto de las altas temperatura (1500°C), la mayor parte de la carga pasa al estado líquido, proceso conocido como fusión y el resto a estado gaseoso. La carga se mezcla con el carbono de coque (carburación), obteniéndose un producto metálico llamado ARRABIO (3,5% de carbono) y una parte no metálica llamada ESCORIA, utilizada como materia prima para producción de cemento. El gas de alto Horno resultante está compuesto por N, CO, CO₂, H₂ y O₂.

✓ Evacuación del Arrabio

A medida que su temperatura aumenta, la carga experimenta una serie de reacciones químicas y cambios físicos, lo que permite llegar en estado líquido al crisol, en donde la escoria (menos densa) flota sobre el metal fundido, siendo retirada cada dos horas. El arrabio (más denso), se evacua en siete coladas por día, siendo su producción promedio de 925ton/día con la siguiente composición:

Fe = 93,0% C = 3 a 4% Si < 1,8% Mn aprox 0,22% y S < 0,50% P aprox 2,0%

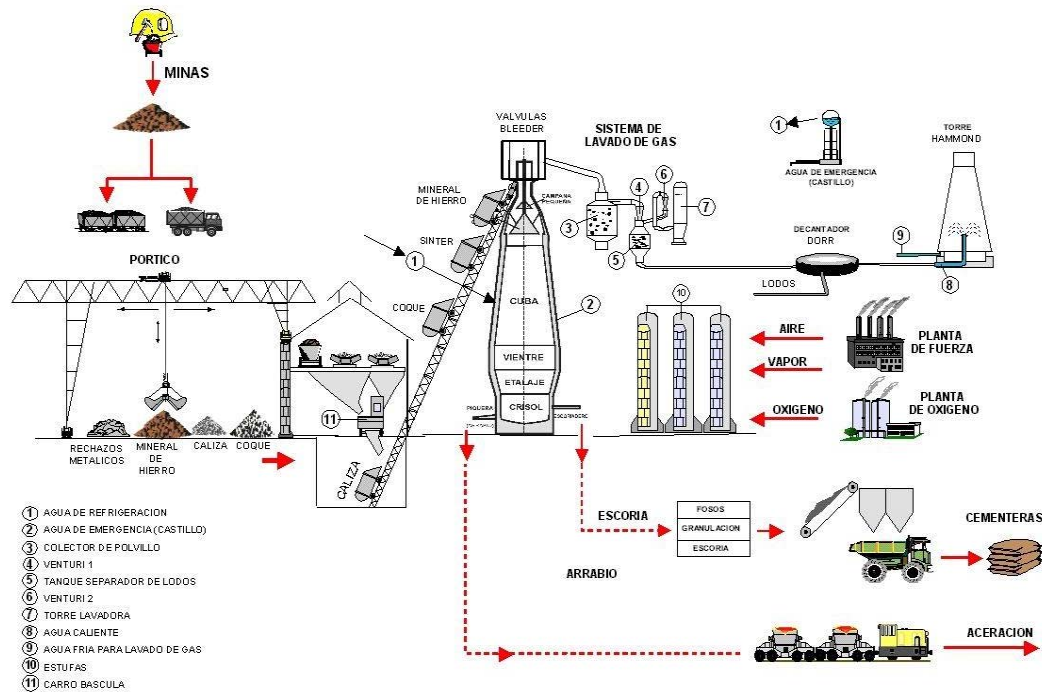
✓ Control de la calidad en el alto horno

Antes, durante y después del proceso, se realizan controles químicos y físicos a materias primas y productos a saber:

- Químicos: espectrometría de emisión, espectrometría de absorción atómica, fluorescencia de rayos X, sulfurometría, gravimetría, etc.
- Físicos: granulometría, resistencia a la abrasión, degradación por impacto,

índice de reductibilidad, etc.

Figura 2. Diagrama de flujo proceso de alto horno.



Fuente: Gerencia De Planta Acerías Paz Del Río S. A.

2.4.3. Aceración.

Conversión del arrabio en acero

Generalidades

El arrabio al llegar a la acería es sometido a un desescoriado mecánico. Posteriormente, según su contenido de silicio, recibe un tratamiento de desciliciado mediante inyección de oxígeno por lanza. A continuación es depositado en el mezclador, el cual tiene una capacidad de almacenamiento de 800ton, cuya función es homogeneizar el metal líquido y mantenerlo a una temperatura cercana a los 1250°C.

A medida que los requerimientos operacionales de la planta lo exigen, se cuelean de este recipiente en promedio, 34ton de arrabio que se cargan al convertidor, junto con 2500kg de cal en roca y 10ton de chatarra.

El convertidor después de un giro de 90 grados queda en posición de recibir una inyección de oxígeno a través de las toberas del fondo, por espacio de alrededor de 35 minutos, produciéndose la oxidación de los elementos que se consideran impurezas, tales como el silicio, manganeso y fósforo, y regular el contenido de carbono, el cual se elimina en forma gaseosa.

Durante el soplo se inyecta por las toberas conjuntamente con el oxígeno, 1800kg de cal en polvo, que refuerza el efecto de la cal en roca adicionada anteriormente. Además, desulfura el metal.

Tan pronto como se ha cumplido con la inyección del oxígeno calculado, el convertidor se coloca en posición horizontal y se procede a retirar la escoria, vertiéndola en una cuba.

Esta escoria se utiliza posteriormente en la planta de fertilizantes como materia prima para la elaboración de abono fosfórico (70000ton/año), gracias a su contenido de pentóxido fosfórico, cal y elementos menores.

Con una cesta metálica se adicionan 1400kg de cal en roca para formar una barrera que retenga los residuos de escoria que aún contiene el convertidor. El acero bruto se vierte en una cuchara revestida en refractario, a la que se le han agregado las ferro aleaciones y el carbono necesario para tener la composición final del acero, que varía según la calidad que se desea obtener. Un sistema de inyección de gas inerte a la cuchara garantiza la homogenización del metal.

La acería cuenta para el afino del arrabio con dos convertidores tipo LWS, de

35ton de capacidad nominal cada uno, que fueron transformados del sistema Thomas en 1981. Este proceso que fue perfeccionado en Francia por las firmas industriales CREUSOT LOIRE – WENDEL SIDELOR – SPRUNCK, de donde deriva su nombre L.W.S. consiste en un mejoramiento del antiguo proceso Thomas, en donde la inyección de aire fue reemplazada por oxígeno puro, el cual se inyecta a través de una serie de toberas ubicadas en el fondo del convertidor. La capacidad teórica instalada puede alcanzar una producción de 340000ton/año.

Para colocar el acero líquido se cuenta con una sección de colada, donde el acero es vertido en moldes en forma de tronco piramidal (lingoteras). En cada colada se obtienen, en promedio, 35ton de acero.

✓ **Proceso l.w.s.**

El sistema de conversión L.W.S. implica las siguientes etapas:

- **Carga al convertidor** de aproximadamente 10ton de chatarra, 32ton de arrabio líquido, 1,5 a 2ton de cal en polvo y 3,0 a 3,5 ton de cal en roca.
- **Inyección de oxígeno** por el fondo a través de cinco toberas, a una presión de 12 bares, este oxígeno sirve para oxidar las impurezas que atrae el arrabio, (Si, C, Mn, P), formando los óxidos respetivos, los cuales son atrapados por la cal, dando lugar ala formación de la escoria.
- **Desescoriado** consiste en retirar la escoria formada. Se recibe en cubas y es transportado hacia la planta de fertilizantes. Después de ser molido, se transforma en abono fosfórico.
- **Agitación**, con nitrógeno inyectado a través de las toberas.
- **Colado**, finalmente, el acero líquido es vertido en una cuchara; durante el

llenado se adicionan los desoxidantes y las ferro aleaciones necesarias para ajustar la composición química de la clase de acero a fabricar. Posteriormente el acero es colocado en lingoteras de sección cuadrada o rectangulares de acuerdo con el producto final y trasladado a laminación vía férrea.

✓ **Acería eléctrica**

Acerías Paz del Río S.A. se instaló un horno eléctrico tipo OBT con capacidad para 40ton por colada. Este horno tiene la posibilidad de operar con chatarra de acero, prerreducido y arrabio sólido.

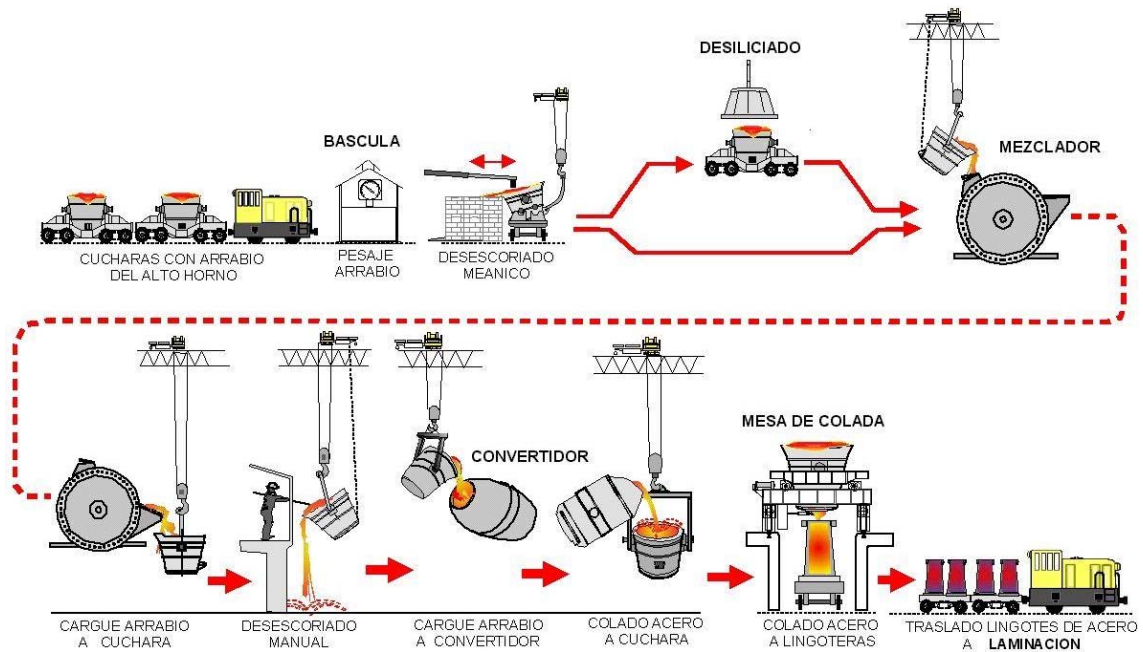
✓ **calcinación**

LA caliza procedente de las minas, localizadas en el área de Belencito, se carga al horno y se somete a calor para que los carbonatos de calcio se descompongan y se transformen en cal viva.

La caliza se carga por la parte superior de los hornos. En la parte inferior están ubicados los quemadores de gas que suministran el calor necesario para la reacción. La cal se extrae por la parte inferior del horno. En estos hornos, los gases calientes ascienden y la caliza desciende, por lo que se denominan de proceso en contracorriente.

La planta auxiliar de calcinación, anexa a la acería, cuenta con dos hornos verticales de flujo en contra corriente, diseñados por Priest Furnaces, con capacidad de 60ton/día cada uno, y un horno de dos cubas verticales de flujo paralelo, constituido por Maerz, con capacidad de 100ton/día. Los tres pueden operar con gas de coque y pueden ser modificados para utilizar gas natural. La planta cuenta además con una estación de molienda para obtener la cal en polvo.

Figura 3. Diagrama de flujo proceso de acería.



Fuente: Gerencia De Planta Acerías Paz Del Río S. A.

2.4.4 Laminación Planos

Transformación del acero en producto terminado

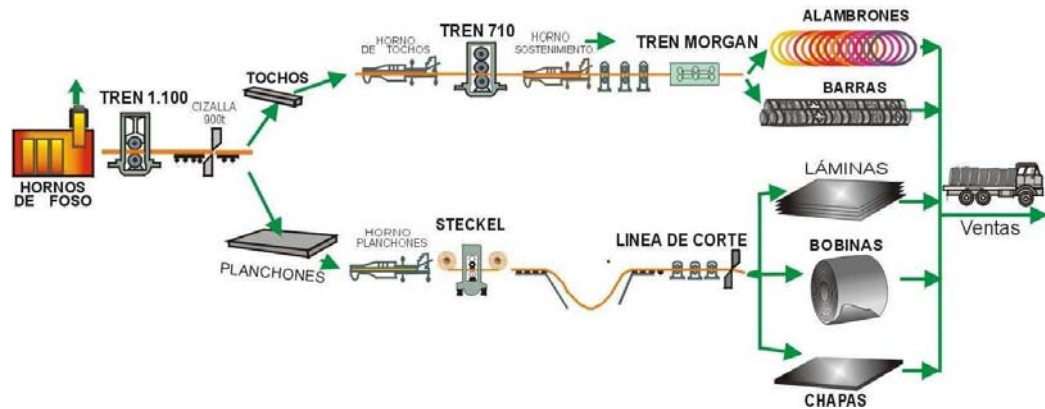
Generalidades

La laminación es un trabajo mecánico para deformar materiales metálicos sin arranque de viruta, que se efectúa arrastrando un material a través de dos cuerpos cilíndricos que giran en sentido contrario al del flujo de material. Bajo esas dos fuerzas de compresión, el material a laminar experimenta un alargamiento en sentido longitudinal, así como un ensanchamiento y con ello una disminución de sección.

Cuando la laminación se efectúa a temperaturas por encima de la temperatura de recristalización se llama laminación en caliente y en caso contrario, laminación en

frío. La laminación uniforme de un lingote o una barra solo es posible si en todas las secciones, la masa del mismo tiene la misma temperatura.

Figura 4. Diagrama de flujo proceso de laminación.



Fuente: Gerencia De Planta Acerías Paz Del Río S. A.

- **Hornos de foso**

Es el primer proceso que se realiza en laminación a la llegada de los lingotes procedentes de la planta de Acería. Existe una batería conformada por seis (6) hornos de Foso, cada uno con capacidad de 84 toneladas de lingote.

El objeto de esta fase del proceso es permitir la solidificación total del lingote, al tiempo que calentar las zonas superficiales más externas que se han enfriado por debajo de la temperatura de laminación.

Se calienta en esta batería lingotes cuadrados A7V para producir tochos y lingotes rectangulares DD y E2 para producir planchones y planchones para producir desbaste para el tren Steckel. El combustible consumido es alquitrán de producción propia y el proceso de calentamiento es controlado por un sistema controlador IA.

- **Tren desbastador 1100**

El tren 1100 es una caja laminadora, tipo dúo reversible, cuyos cilindros son accionados por motores independientes de corriente continúa. En el desbastador 1100 se reducen las dimensiones transversales del lingote y se aumenta su longitud al pasarlo repetidas veces por entre las cilindros que poseen movimiento reversible, velocidad variable y separación controlable. La capacidad de laminación del tren 1100 en tochos y planchones es de 400.000ton/año. El objetivo de este tren es:

Laminar los lingotes cuadrados A7V en sus diferentes calidades a tochos de 215 x 215 y 215 x 220mm de sección.

Laminar lingotes rectangulares DD y E2 para planos, en planchones de diferente espesor y ancho, según requerimiento de los clientes.

Laminar planchones calentados en los Hornos de Foso o en el Horno de Planchones a desbaste de 15 a 30mm de espesor como materia prima para el laminador de bandas en caliente Steckel.

✓ **Equipo auxiliar tren 1100**

- **Carro lingotero:** Con una carga máxima de 7,5 toneladas (el carro vacío pesa 21ton.), sirve para transportar los lingotes a laminar, desde los hornos de foso a la mesa de acceso del desbastador, mediante un malacate accionado por un motor. Un sistema de fin de curso con fotoceldas regula el desplazamiento del carro, desde los hornos de foso hasta los rodillos de entrada al desbastador.
- **Tomillos de ajuste de los cilindros:** Ubicados verticalmente a ambos lados del bastidor, regulan la abertura entre los cilindros, elevando o descendiendo el cilindro superior en combinación con el mecanismo de

balance. Un indicador señala la abertura real. Cada tornillo tiene un motor de CC, que normalmente los hace mover de forma sincronizada. Cada motor posee frenos de disco que impiden que los tornillos retrocedan cuando los cilindros se encuentran a plena carga.

- **Manipuladores.** Están accionados por motores de corriente continua y acoplados mecánicamente por pares, respectivamente, correspondiendo a manipuladores lado transmisión y manipuladores lado opuesto a la transmisión.

- **Manipulador de volteo o Dedos de volteo.** Estos son accionados por el manipulador del lado de la transmisión situado en el lado de entrada del tren, por lo cual, el volteo se hace siempre cuando el metal se encuentra en las mesas principales de entrada.

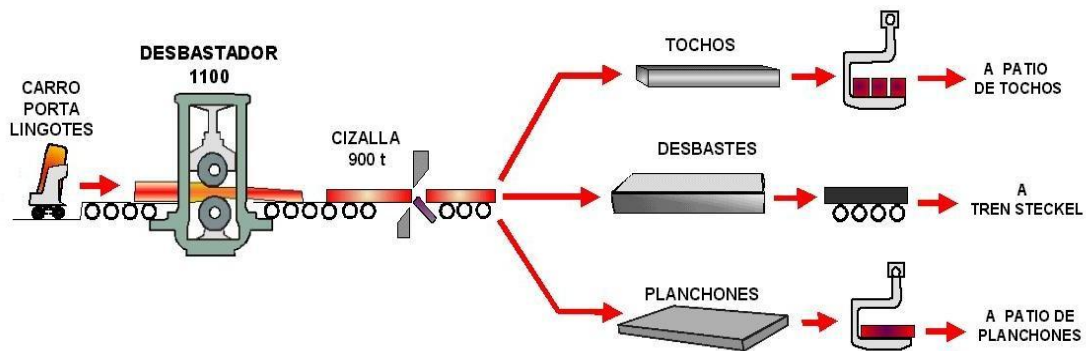
- **Guías laterales ajustables para la cizalla de 900 toneladas.** Con una longitud de 3200mm, ayuda al operario a ubicar el material para la realización del corte o seccionado. Cuenta con una abertura máxima 1385mm y mínima de 100mm.

- **Cizalla de 900 toneladas.** Localizada a la salida del Blooming, cuenta con un par de cuchillas accionadas por un sistema hidráulico. Posee una abertura máxima de 305mm entre cuchillas con una frecuencia máxima de 10 cortes por minuto.

- **Mesa de rodillos retirables.** Está compuesta por rodillos accionados por motores de servicio pesado cerrados. El conjunto se retira por accionamiento de un motor de corriente alterna, el cual se detiene mediante un freno de disco de accionamiento neumático y un desplazamiento lateral de 1800mm.

- **Empujador de despuntes.** Tiene un recorrido total de 2100mm, terminando en el centro de la cizalla, desplazándose los primeros 500mm en posición elevada y los últimos 1600mm, horizontalmente sobre los rodillos.
- **Apilador de planchones y tochos.** Con una capacidad promedio de 30t. (aproximadamente ocho tochos), el cual puede bajarse con parte de la carga para facilitar la formación de la pila después de lo cual retorna al nivel original, permitiendo que el empujador traslade el material al carro.
- **Carro de traslado.** Se desplaza sobre rieles y es accionado por un motor de C.C. Se desplaza con una velocidad de 1 .02m /seg. y posee una capacidad de carga máxima de 35 toneladas.
- **Deslizadores de carga.** Recepcionan la llegada de material luego de ser trasladado por el carro, contando para tal fin con un motor de C.C.

Figura 5. Diagrama de flujo proceso de laminación en el tren laminador 1100 (Blooming)



Fuente: Gerencia De Planta Acerías Paz Del Río S. A

- **Tren Steckel**

Generalidades

La materia prima para la operación del Tren Steckel son desbastes con un ancho entre 770 y 1250mm y espesores entre 17 y 25mm, laminados inicialmente en el Tren 1100, a partir de planchones que previamente han sido acondicionados superficialmente (escarfiado). En algunos casos se lamina directo (Tren 1100—Steckel), pero poco se utiliza porque la calidad superficial de los lingotes debe ser óptima para lograr un buen acabado del producto final.

El calentamiento de los planchones se puede efectuar en los Hornos de Foso o en el Horno de Planchones. El tratamiento que se le da a los planchones en los hornos es semejante al de los lingotes, con la diferencia de que éstos son sacados y llevados directamente por el puente grúa hasta la mesa de acceso de entrada del Tren 1100.

El tren de laminación de bandas en caliente, Steckel, es un cuarto reversible y aplicado en los cilindros de trabajo, en cuyo proceso se obliga a pasar la banda por la caja en uno y otro sentido según los diferentes modos de laminación: plano a plano, plano a bobinadora de horno, bobinadora de horno a bobinadora de horno y bobinadora de horno a bobinadora final, fluctuando las secuencias entre tres, cinco y siete pasadas según sea el espesor final pedido.

A la entrada y salida de la caja Steckel se han dispuesto dos parejas de guías, las cuales tienen como función introducir la banda en las mesas de aproximación de la caja, guiándola hacia los cilindros.

En el conjunto principal del Tren Steckel se encuentran dos bobinas, una a cada lado de horno, cuya función es contrarrestar la pérdida de calor que sufre la banda durante el laminado, que es un proceso de enrollamiento-laminado-

desenrollamiento, y así sucesivamente hasta lograr el espesor deseado. Estos hornos deben sostener la temperatura en 1100⁰C como condiciones mínimas de trabajo normal, producto de la combustión de gas de coque mezclado con aire. Cada bobina cuenta con un tambor enrollador, en el cual, se enrolla la banda antes de una nueva pasada por el Steckel.

A lado y lado del conjunto principal del Steckel hay una plataforma articulada, que tiene la misión de guiar la banda hacia la ranura del tambor enrollador y soportarla durante el enrollado. Sincronizada con las bobinas del horno y sus auxiliares, opera la caja del Steckel, que es una caja laminadora, tipo cuarto reversible, con dos cilindros de trabajo y dos de apoyo. Los cilindros de trabajo (690mm de diámetro) son accionados por medio de un motor de 5.000 HP y caja de piñones.

✓ **Equipo auxiliar tren steckel**

- **Sistema C.A.C.** Más comúnmente conocido como control automático de calibre. Este es un sistema electrohidráulico de alta velocidad, capaz de conservar la posición del bastidor del laminador y así obtener el espesor deseado.
- **Galga Radiológica.** Utiliza el principio de medición de espesor por rayos X y tiene como objetivo mantener dentro de tolerancia el espesor deseado.
- **Hornos de Sostentamiento.** Operados con gas natural, se encargan de conservar la banda laminada a temperatura adecuada entre pasadas.
- **Bobinadora Final.** Es la máquina formadora de bobinas o rollos a partir de la banda laminada por el Steckel. Consiste en un mandril refrigerado con agua, que se expande al iniciarla operación y luego se contrae para permitir la evacuación del material.

- **Proceso en el tren steckel**

Luego de obtener el desbaste con las dimensiones deseadas, este es transportado por las mesas tanto del Tren 1100 como de la cizalla de 900t. hasta llevarlo a la cizalla rotatoria, la cual está diseñada para despuntar desbastes de hasta 1270 x 25mm de sección como máximo, sin interrumpir su avance.

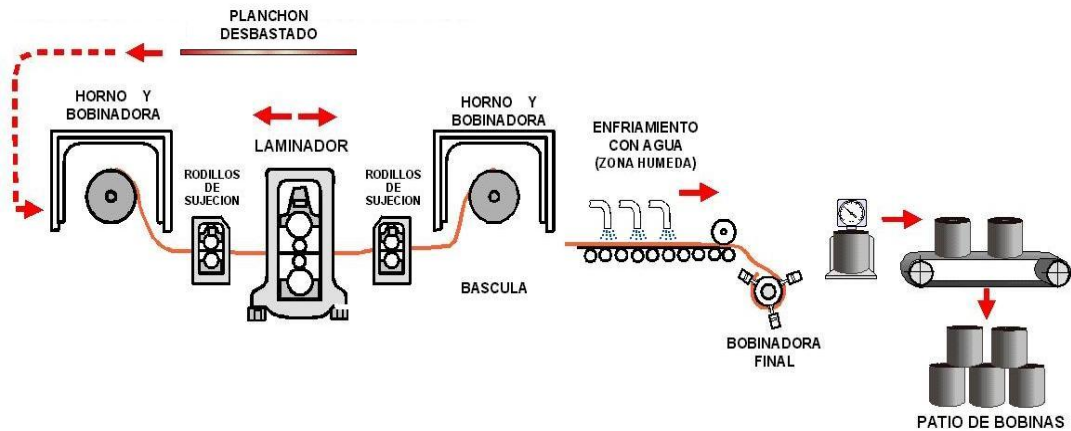
El sistema de descascarillado es importante en el proceso ya que, mediante éste, no solo se elimina la laminilla primaria desprendida en el descascarillado anterior, sino también la laminilla secundaria formada durante la laminación, contando para ello con boquillas adecuadas en la entrada, en la salida de la caja e igualmente situadas tanto en la parte superior como inferior del laminador.

Los despuntes obtenidos son almacenados en una canasta refrigerada con agua, ubicada en el foso adyacente a la cizalla Rotatoria, para su reutilización como chatarra seleccionada. Una vez despuntada, la banda realiza el siguiente recorrido:

Mesa de salida Cizalla Rotatoria Mesa de acceso al enrollador Mesa de entrada al Laminador
Laminador Mesa de salida del Laminador
Mesa de salida del enrollador

Este es el trayecto, durante el cual, ocurre el laminado.

Figura 6. Diagrama de flujo proceso de laminación en el tren laminador Steckel.



Fuente: Gerencia De Planta Acerías Paz Del Río S. A

- **Línea de corte**

Generalidades

La Línea de Corte tiene como materia prima las bobinas (rollos) de las láminas provenientes del Steckel, previamente enfriadas, ya que es un proceso en frío. Esta dependencia suministra como producto terminado láminas, chapas y bobinas, garantizando los espesores, el aplanamiento, la longitud y los terminados requeridos y exigidos por los clientes.

Proceso

El proceso propiamente dicho empieza con la colocación de uno de los rollos del stock en la rampa de entrada a la desbobinadora, con la grúa L-16, en el volteador de bobinas, quien las gira 90° para que quede en posición correcta con respecto a la desbobinadora. En esta rampa se pueden colocar hasta tres bobinas.

El primer rollo de la rampa se coloca en el elevador de rollos, descendiendo los demás rollos para ocupar la posición que este acaba de desocupar, elevándose

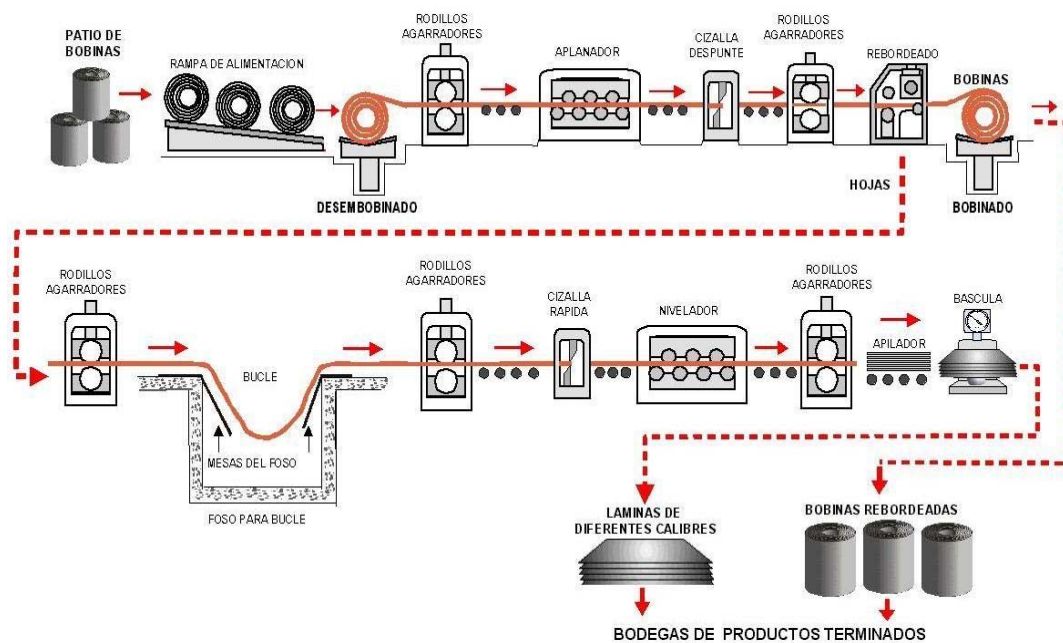
hasta alcanzar la altura del carretel, donde queda alineado. A continuación se prepara el rollo para su aplanamiento, despuntándose la banda en la cizalla de despuntes. Posteriormente se rebordea la banda, eliminándole aproximadamente 20mm a cada lado.

Según las necesidades de producción, el proceso continúa de las siguientes dos maneras:

- ✓ **Embobinado.** Si el destino final de los rollos es su venta como bobinas, estas son. desembobinadas, aplanadas, rebordeadas y nuevamente bobinadas para su comercialización.

- ✓ **Corte en Hojas.** En esta segunda opción del proceso, hasta la fase de rebordeado es exactamente igual que en el caso anterior. Posterior al rebordeado, las bandas son cortadas en hojas y niveladas; para facilitar el desplazamiento de las bandas, existe un foso con mesas plegadizas y dotado de celdas fotoeléctricas, que hace posible la coordinación entre el avance de la banda y el corte de la misma en secciones. Más tarde son apiladas y embaladas para su comercialización.

Figura 7. Diagrama de flujo proceso en la línea de corte.



Fuente: Gerencia De Planta Acerías Paz Del Río S.A.

3. MARCO TEORICO

3.1 CICLO DEMING

Una de las principales herramientas para la mejora continua en las empresas es el Ciclo Deming o también nombrado ciclo **PHVA**. El ciclo consiste de una secuencia lógica de cuatro pasos repetidos que se deben de llevar a cabo consecutivamente.

Estos pasos son: **Planear, Hacer, Verificar y Actuar**. Dentro de cada uno de los pasos podemos identificar algunas actividades a llevar a cabo,

3.1.1 Planear

- Establecer los objetivos de mejora.
- Detallar las especificaciones de los resultados esperados.
- Identificar los puntos de medición.

3.1.2 Hacer

- Aplicar soluciones.
- Documentar las acciones realizadas.

3.1.3 Verificar

- Vigilar los cambios que se hayan realizado.
- Obtener retroalimentación.

3.1.4 Actuar

- Realizar los ajuste necesarios.
- Aplicar nuevas mejoras.
- Documentar.

El mejoramiento continuo es una incesante búsqueda de problemas y sus soluciones. Por lo cual debemos de considerar el concepto fundamental del ciclo que es que nunca termina.

3.2 DIAGRAMA ESPINA DE PESCADO

Diagrama de causa-efecto, Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: **diagrama de espina de pescado**, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

Causa

El problema analizado puede provenir de diversos ámbitos como la salud, calidad de productos y servicios, fenómenos sociales, organización, etc. A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas -como las espinas de un pez- que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa, recibe otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias. Cada grupo formado por una posible causa primaria y las causas secundarias que se le relacionan forman un grupo de causas con naturaleza común. Este tipo de herramienta permite un análisis participativo mediante grupos de mejora o grupos de análisis, que mediante técnicas como por ejemplo la lluvia de ideas, sesiones de creatividad, y otras, facilita un resultado óptimo en el entendimiento de las causas que originan un problema, con lo que puede ser posible la solución del mismo.

La primera parte de este Diagrama muestra todos aquellos posibles factores que puedan estar originando alguno de los problemas que tenemos, la segunda fase

luego de la tormenta de ideas es la ponderación o valoración de estos factores a fin de centralizarse específicamente sobre los problemas principales, esta ponderación puede realizarse ya sea por la experiencia de quienes participan o por investigaciones in situ que sustenten el valor asignado.

3.3 MATRIZ DOFA

EL método DOFA es un análisis de vulnerabilidad que se utiliza para determinar el desempeño de la organización ante una situación crítica específica que está afectando la empresa.

El análisis DOFA en conjunto con otros estudios complementarios como son el perfil de amenazas y oportunidades en el medio (POAM), el perfil de competitivo (PC), el perfil de capacidades y fortalezas internas (PCI), y si es posible, una base de referencia del medio (Benchmarking), entre otros métodos de diagnóstico empresarial, permiten presentar un panorama general de la empresa dentro del medio en el cual se debe mover.

Debido a la facilidad de aplicación del análisis DOFA, este también se utiliza ampliamente para estudiar problemas técnicos críticos en áreas muy distintas para la cual fue diseñado inicialmente. Es así como se aplica con éxito en procesos de planta, logística, penetración de mercados, preparación de portafolios de inversión, estructuración empresarial, aplicación de políticas internas, planeación estratégica, nuevas inversiones, implementación de procesos, evaluación de nuevas tecnologías y muchos temas más.

3.4 METODOLOGÍA SEIS SIGMA

Se puede reducir la definición Seis Sigma a una frase “es un estado en el que un departamento, una fabrica o un negocio lleva a cabo todos los procesos que tienen impacto sobre los requisitos del cliente generando 3,4 defectos por millón”.

En esta definición se observa la palabra “procesos”. Seis Sigma es una metodología que tiene como enfoque la mejora de procesos, esto es identificar y eliminar las causas que llevan el proceso a variar a lo largo del tiempo, generando defectos. Esta relación se demuestra muchas veces por la ecuación: $Y: f(X1, X2, \dots, Xn)$. En otras palabras, se deja de controlar la salida del proceso para monitorear las entradas.

Otra palabra que aparece en la definición es “cliente”. El enfoque debe ser dado a la mejora de aquellos procesos que tienen impacto, directo o indirecto, en los requisitos del cliente. Se debe aprender a identificar cuales procesos dentro del negocio deben ser mejorados para aumentar la satisfacción del cliente.

En seguida en la definición aparece “generando 3,4 defectos por millón”. En esta parte está demostrado el carácter cualitativo de la metodología. Si no se puede medir un proceso, no hay como mejorarlo. El objetivo de mejora “3,4 por millón” para todos los procesos que impactan la satisfacción del cliente es extremadamente ambicioso y alcanzarlo debe ser el objetivo de todas las personas en el negocio.

En la definición no se hace ninguna mención al sitio o área en que la metodología deba ser aplicada ya que la iniciativa Seis Sigma sirve para cualquier área o sector en la compañía, sea manufacturera, comercial o de servicios.

La metodología Seis Sigma es extremadamente analítica, siendo necesarios conocimientos básicos de estadística y herramientas de calidad.

La aplicación de la metodología Seis Sigma puede ser dividida en cinco fases (D-M-A-I-C):

- **Definición (D):** en esta fase debe ser identificado qué proceso (Y) del negocio será mejorado para atender a una característica crítica para el cliente aumentando su satisfacción.

Las herramientas más utilizadas en esta fase son: Técnicas de investigación con los clientes, “Benchmarking”, Análisis Costo – Beneficio, QFD, Mapa de proceso (Macro), PARETO, etc.

- **Medición (M):** en esta fase se debe hacer un levantamiento general de todas las entradas del proceso (X's) y como se relacionan con los CTQ's (características críticas para la calidad) del cliente. El proceso debe ser mapeado. Se debe medir la habilidad del proceso de producir ítems sin defectos. En otras palabras se mide la capacidad del proceso y se expresa su valor en σ (Sigma).

Las herramientas utilizadas son: Mapa e proceso (detallado), Espina de pescado, Matriz Causa & Efecto, Análisis del sistema de medición y calculo de capacidad, así como la estadística básica.

- **Análisis (A):** en esta fase se deben buscar las fuentes de variación (X's) que aumentan la variabilidad del proceso y que son responsables por la generación de defectos.

Las principales herramientas utilizadas son: Estadística Básica, Análisis Grafico de los Datos, Prueba de Hipótesis, Prueba chi-cuadrado, Análisis de Regresión, FMEA.

- **Mejora (M):** en esta fase se toma acción sobre el proceso para mejorarlo con base en las fuentes de variación (X's) identificadas en la fase de Análisis (A). al final de esta fase se debe calcular la nueva capacidad sigma del proceso (σ) para comprobar que hubo una mejora significativa.
Las principales herramientas utilizadas son: Plano de Acción, FMEA, Delineamientos de Experimentos, EVOP, Análisis de Regresión.
- **Control (C):** en este punto se debe emplear métodos para monitorear fuentes de variación (X's) identificadas para mantener la capacidad (σ) mejorada adquirida

3.5 ÁLBUM DEFECTOLÓGICO DE PRODUCTOS DE LAMINACIÓN PLANA EN LA EMPRESA ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.

El proyecto “Álbum defectológico de productos de laminación planos de la empresa Acerías Paz Del Río S. A.” Tuvo como fin la caracterización de las imperfecciones internas y externas que afectan la calidad en los productos planos terminados.

Los defectos ya sean internos o externos son generados por procedimientos mal efectuados, fallas en los equipos transformadores o incorrectas condiciones de operación, ocasionando que el aspecto superficial e interno de los productos planos sea afectado y no presente las características deseadas para su aceptación. Las imperfecciones internas requieren para su detección ensayos de microscopía, macroataque, inspección con tintes penetrantes y ultrasonido, por otro lado los defectos externos son detectables por medio de inspecciones visuales ya que deforman la geometría de los productos terminados, apareciendo como incrustaciones e impresiones en la superficie de las bandas, rollos o chapas.

DEFECTOS EXTERNOS

- **Calamina:** Son marcas en la superficie de la banda que, dependiendo de la severidad del defecto, se puede observar como manchas o finas capas de óxidos incrustadas a la superficie de la banda. Cuando estas capas de óxido son retiradas durante el proceso o por otros medios se observa una superficie rugosa.
- **Pajas:** Son costras de metal laminadas o laminillas adheridas incompletamente a las superficie de las laminas, chapas y planchones, que generalmente poseen una forma alargada al ser deformadas cuando el metal es laminado.
- **Incrustaciones:** como su nombre lo indica son trozos de materiales ajenos a las bandas que se incrustan adhieren o incorporan en su superficie de forma total o parcial.
- **Resalte:** Son huellas en alto relieve que se repiten periódicamente sobre la superficie de la banda, producidas por desconches, marcas de maquinado o pequeñas grietas en la superficie de los cilindros laminadores de trabajo.
- **Piel de cocodrilo:** Son impresiones en forma de líneas que al agruparse generan redes o diseños cuarteados en alto relieve que se asemejan a la piel de un cocodrilo, generalmente afectan grandes extensiones de la banda, siendo en algunos casos el relieve más pronunciado que en otros.
- **Superficie averiada:** Son marcas, perforaciones, huellas y abombamientos que dañan el aspecto superficial de las bandas.

- **Coil breaks:** Son estrías en la superficie de la banda que poseen en su interior una superficie arrugada.
- **Arrugas de laminación:** Agrupación de dobleces muy próximos entre sí que dan lugar a espesores mayores en la banda y deformando su geometría superficial.
- **Borde defectuoso:** Como su nombre lo indica, son imperfecciones en el borde de la banda ya sean desgarres, rozaduras, mordeduras y bordes doblados. Sus tamaños son variados así como su aparición a lo largo del fleje, pudiendo presentar, el mismo fleje, varias de estas imperfecciones en su borde.
- **Doble piel por rechupe:** Como su nombre lo indica es la formación de dos perfiles de hoja en la cabeza del fleje, que no han soldado por la existencia de una capa superficial de óxido. Las caras internas de estos dos perfiles de hoja poseen una superficie rugosa y de color amarillo debido a la capa oxidada.
- **Bobina ondulada:** imperfección en la cual se observa ondulaciones (ondas) en la cara lateral de la bobina y que puede afectar el largo total del fleje enrollado o solo una sección.
- **Bobinado flojo:** Es una falta de apriete entre las espiras de la bobina cuando esta es enrollada. En esta imperfección se observa una separación excesiva entre las espiras vecinas lo que ocasiona rollos poco compactos.
- **Anisotropía:** Como el nombre de esta propiedad lo indica es la dependencia del alargamiento del fleje con respecto a la ordenación espacial de los átomos en la red cristalina. Esto ocasiona que el fleje sufra diferentes alargamientos cuando es laminado, y produce que en la bobina, tanto en su sección inicial

(cabeza) y final (cola) su borde no posea una perpendicularidad con respecto a la dirección de laminado.

3.6 INFORME DE DESCALIFICACIONES Y CHATARRA

ACERIAS PAZ DEL RIO, cuenta actualmente con un sistema de recolección de información, con base en el cual se generan reportes respecto a los problemas y defectos más importantes que se presentan como resultado del proceso. La siguiente tabla es una muestra del tipo de resultados que se presentan.

Tabla 1. Resumen de causas producción de defectuosa

MOTIVO	ACUMULADO 2008		ACUMULADO 2009	
	Toneladas	%	Toneladas	%
TREN STECKEL CHATARRA, ROLLOS				
Falla Bobinadora/ Guías	133,2	0.22	81,4	0.15
Falla Bobinadora No. 1-2	229,4	0.37	59,2	0.11
Daño cilindro trabajo	0	0	40,7	0.07
Forma Acordeón	37	0.06	66,6	0.12
Estrella Bobinadora Final	155,4	0.25	122,1	0.22
Ondulado	148	0.24	96,2	0.17
Forma Bucle	66,6	0.11	25,9	0.05
Falla Rodillo Agarrador 1-2	59,2	0.10	0	0
Desenganche Tren Steckel	59,2	0.10	88,8	0.16
Falla Parrilla No.2	133,2	0.22	22,2	0.04
Falla CAC	66,6	0.11	14,8	0.03
Estrella Bobinadora No. 1-2	259	0.42	111	0.20
Rollo Telescopiado	22,2	0.04	37	0.07
Demora en horno	162,8	0.27	88,8	0.16
Varios espesores	22,2	0.04	59,2	0.11
Se clava en la cizalla volante	14,8	0.02	22,2	0
Cae tornillo sobre el desbaste	0	0	7,4	0
TOTAL CHATARRA	1.569	2.56	944	1.70
PRODUCCION	61.209		55.685	

MOTIVO	ACUMULADO 2008		ACUMULADO 2009	
	Toneladas	%	Toneladas	%
DESCALIFICACIONES A SEGUNDA Y CHATARRA, LAMINAS				
MOTIVO	Toneladas	%	Toneladas	%
Ondulado chatarra	1.691,40	3.66	1.356	3.09
Varios espesores chatarra	904,3	1.96	774	1.76
Pliegue chatarra	46,7	0.10	34	0.08
Hueco chatarra	15	0.03	28	0.06
Otros chatarra	285,9	0.62	103	0.23
Ondulado 2da	7.105,20	15.39	8.513	19.37
Coil breck 2da	1.357,70	2.94	1.684	3.83
Varios espesores 2da	0	0	35	0.08
Huella cilindros 2da	521,9	1.13	1.035	2.36
Pajas 2da	754.3	1.63	846	1.93
Otros 2da	2.712,70	5.87	2.684	6.11
Hueco	588.1	1.27	0	0
Calamina	2.009,30	4.35	0	0
TOTAL CHATARRA	2.943,30	6.37	2.295	5.22
TOTAL SEGUNDA	15.053	32.60	14.797	33.7
PRODUCCION	46.178		43.941	

Fuente: Autor

Con base en la información actualmente recolectada y en la recopilación de esta para los dos años anteriores, es posible observar porcentajes altos de producción defectuosa, particularmente de láminas, en las que más de un 30% de la producción debe ser considerada de segunda calidad y más de un 5% debe ser considerada como chatarra. Esta situación evidencia la problemática señalada en el planteamiento del problema, la cual afecta la productividad de la compañía, particularmente del área de laminado, y su capacidad de avanzar por una posición más fuerte en el mercado.

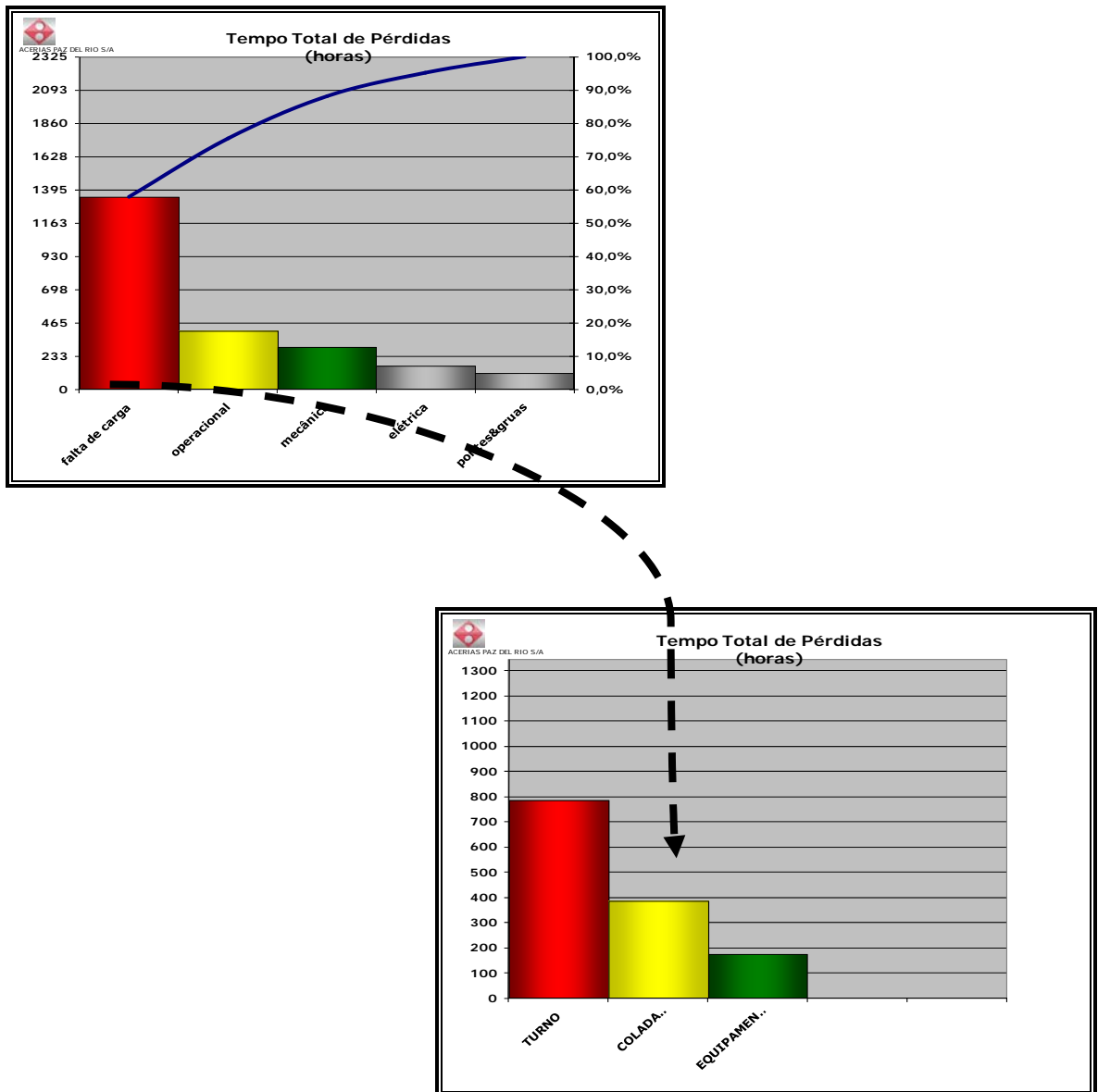
Por otra parte, este informe expone resultados que justifican los motivos de descalificaciones; muestra las fallas que ocurren durante el proceso y defectos por los cuales son descalificados los productos. Es posible observar en la tabla que no existe una distinción clara entre las causas de los defectos y el registro de

ocurrencia de los defectos como tal, lo cual dificulta el análisis pues desde el punto de vista técnico, existe la posibilidad de que un mismo defecto sea generado por diversas causas. Además, los procedimientos de registros actuales de la información no hacen posible una trazabilidad en el proceso de laminado de los rollos lo cual dificulta identificar las causas últimas de la generación de producto defectuoso.

4. DIAGNOSTICO PROCESO PRODUCTIVO LAMINACIÓN PLANOS

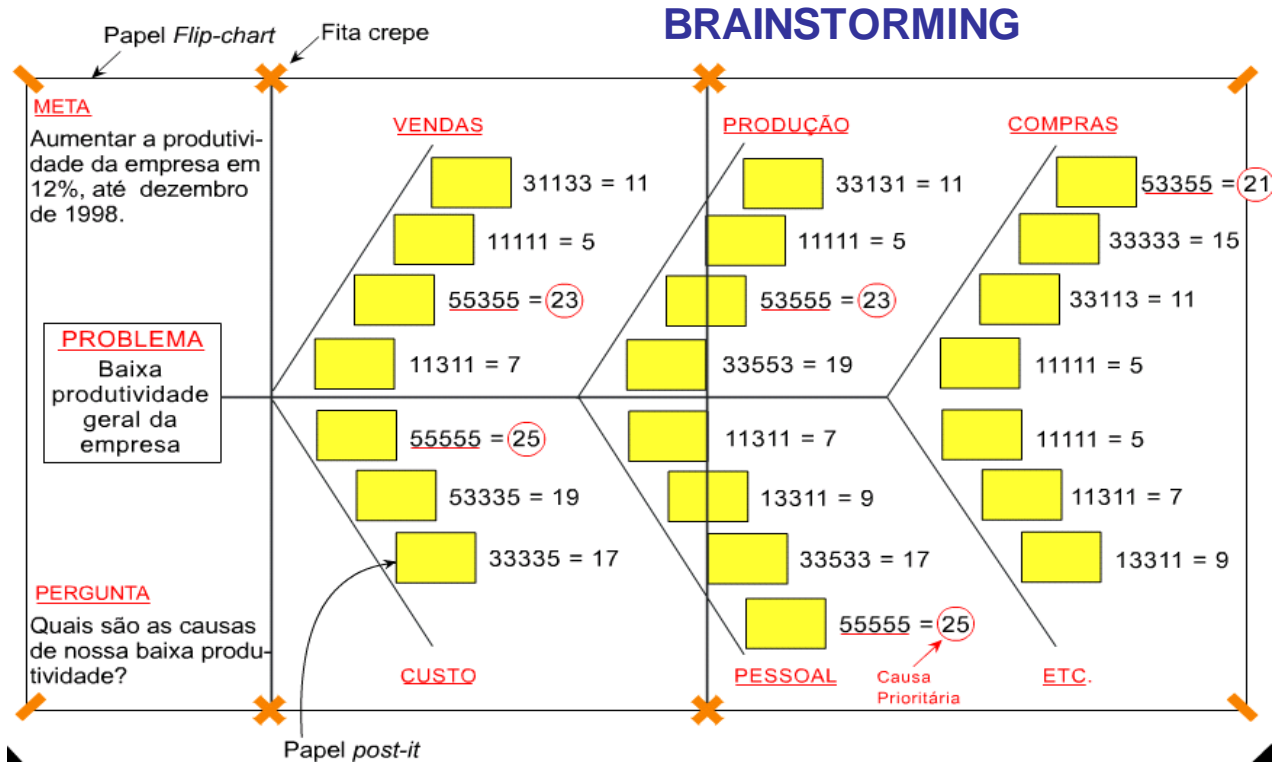
4.1 PLAN DE TRABAJO, DIAGNOSTICO LAMINACIÓN.

Figura 8. Análisis de Fenómeno



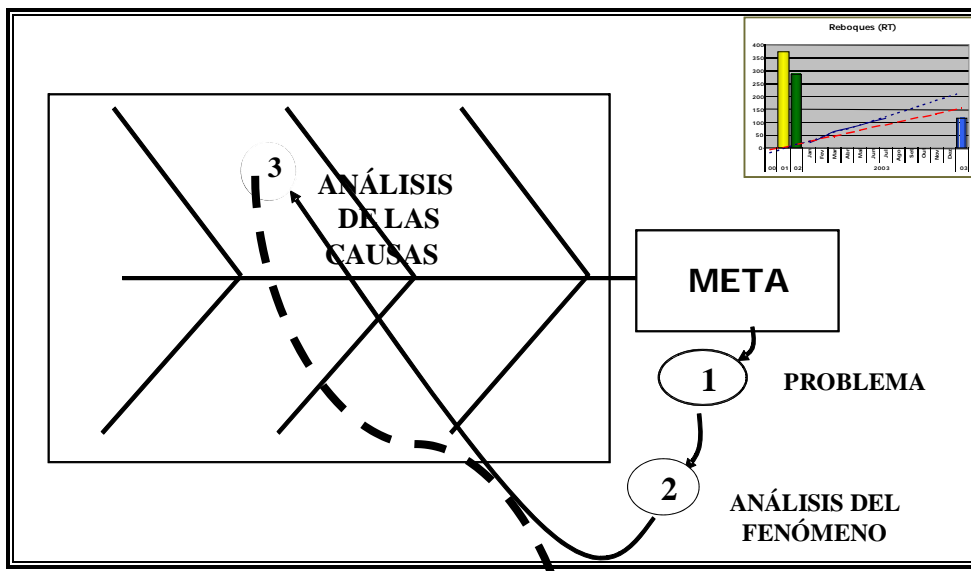
Fuente: Autor

Figura 9. Análisis de Causa efecto



Fuente: Autor

Figura 10. Causa Efecto



Plan de Acción

PLAN DE ACCIÓN

QUÉ (WHAT)	QUIÉN (WHO)	DÓNDE (WHERE)	PORQUÉ (WHY)	CUÁNDO (WHEN)	CÓMO (HOW)

Fuente: Autor

Laminación planos está comprendida por dos trenes principales de laminación, la productividad del área está fundamentada en la operación de estos, el tren 1100 y el tren Steckel.

Para realizar el diagnóstico se hizo seguimiento de las producciones de cada tren y se analizaron las paradas de producción.

Los datos plasmados de producción y paradas de los trenes fueron recopilados en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril, para los datos de paradas se plasmaron en 5 grupos por especialidad, mecánica, eléctrica, operacional, mantenimiento programado y servicios.

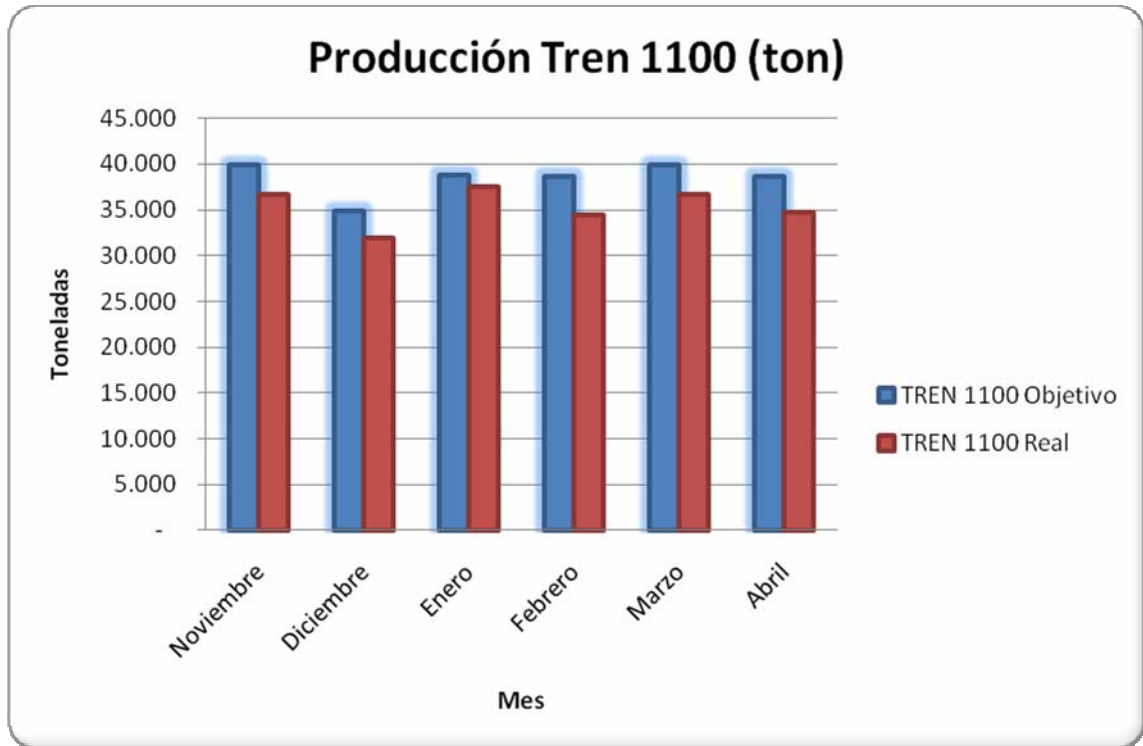
4.2 PRODUCCION Y PARADAS DEL TREN 1100

Tabla 2. Producción TREN 1100

Mes	TREN 1100		
	Objetivo	Real	% Cumplimiento
Noviembre	39.900	36.724	92%
Diciembre	34.940	31.906	91%
Enero	38.870	37.496	96%
Febrero	38.700	34.484	89%
Marzo	39.900	36.724	92%
Abril	38.700	34.769	90%

Fuente: Autor

Grafica 2. Producción Tren 1100 (ton)



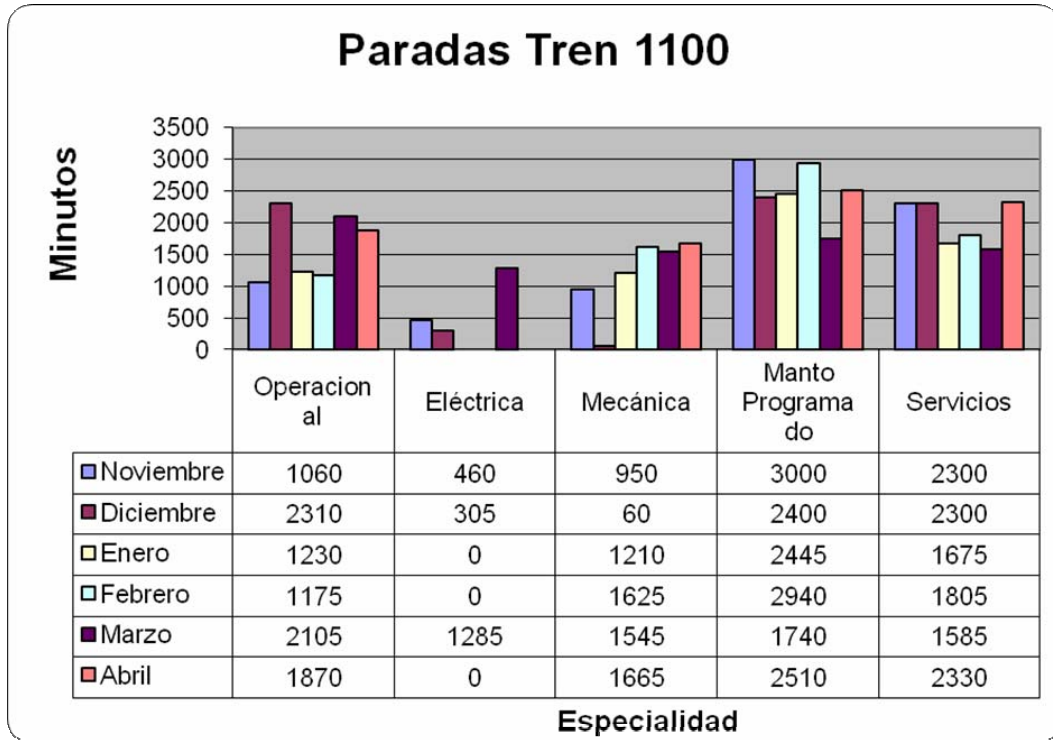
Fuente: Autor

Tabla 3. Paradas Tren 1100 (min)

Paradas Tren 1100 (min)					
Mes	Especialidad				
	Operacional	Eléctrica	Mecánica	Manto Programado	Servicios
Noviembre	1060	460	950	3000	2300
Diciembre	2310	305	60	2400	2300
Enero	1230	0	1210	2445	1675
Febrero	1175	0	1625	2940	1805
Marzo	2105	1285	1545	1740	1585
Abril	1870	0	1665	2510	2330

Fuente: Autor

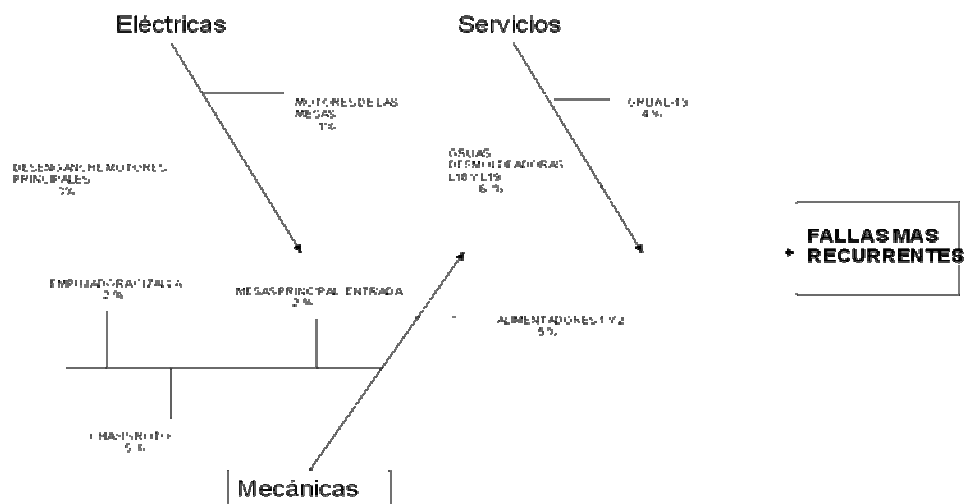
Grafica 3. Paradas Tren 1100



Fuente: Autor

Figura 11. Diagrama Causa Efecto de las principales fallas emergentes

Diagrama Causa – Efecto de las principales fallas emergentes TREN 1110



Fuente: Autor

- **Descripción de las fallas recurrentes tren 1100**

- Operacional 27 %. En el calentamiento de los lingotes se presentan factores que afectan el proceso, el alquitrán usado para el calentamiento tapona la instrumentación y las bombas, lingotes con mayor tiempo de vía por lo que se requiere calentar hasta alcanzar la temperatura adecuada para laminar (1250 °C) debido a problemas en la vía férrea y locomotoras desde la acería.
- Mecánica 14 %. El chasis corto del manipulador presenta rotura y se encuentra con una palanquilla que lo une al resto del conjunto del manipulador debido a que el piso que los soporta está sin anclaje de cemento causando vibración y la rotura del chasis. Los alimentadores tienen rotura de las horquillas por roscas en mal estado. En los bastidores se han gastado 1685 minutos en los últimos 6 meses apretando placas.
- Servicios 12 %. Grúa I13 vía desalineada y desnivelada que ocasionan cambios frecuentes de ruedas. Grúas I18 y I19 extracción con pinzas en el desmoldeo, cambio de cables.
- Mantenimiento adicional programado 11% : cambio de cilindros.
- Mantenimiento programado es el 32 %.
- Eléctrica 4 %. Fallas en los motores principales y de los motores de las mesas.

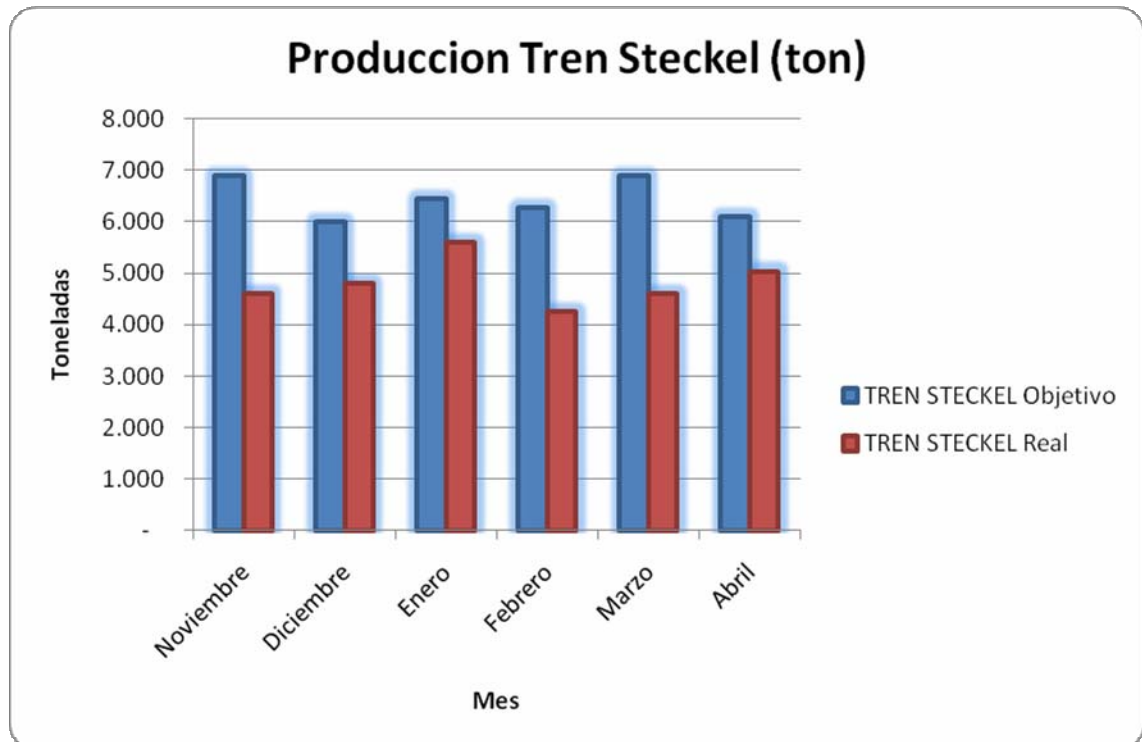
4.3 PRODUCCION Y PARADAS DEL TREN STECKEL

Tabla 4. Producción Tren Steckel

Mes	TREN STECKEL		
	Objetivo	Real	% Cumplimiento
Noviembre	6.900	4.621	67%
Diciembre	6.010	4.801	80%
Enero	6.450	5.615	87%
Febrero	6.270	4.269	68%
Marzo	6.900	4.621	67%
Abril	6.100	5.047	83%

Fuente: Autor

Grafica 4. Produccion Tren Steckel (ton)



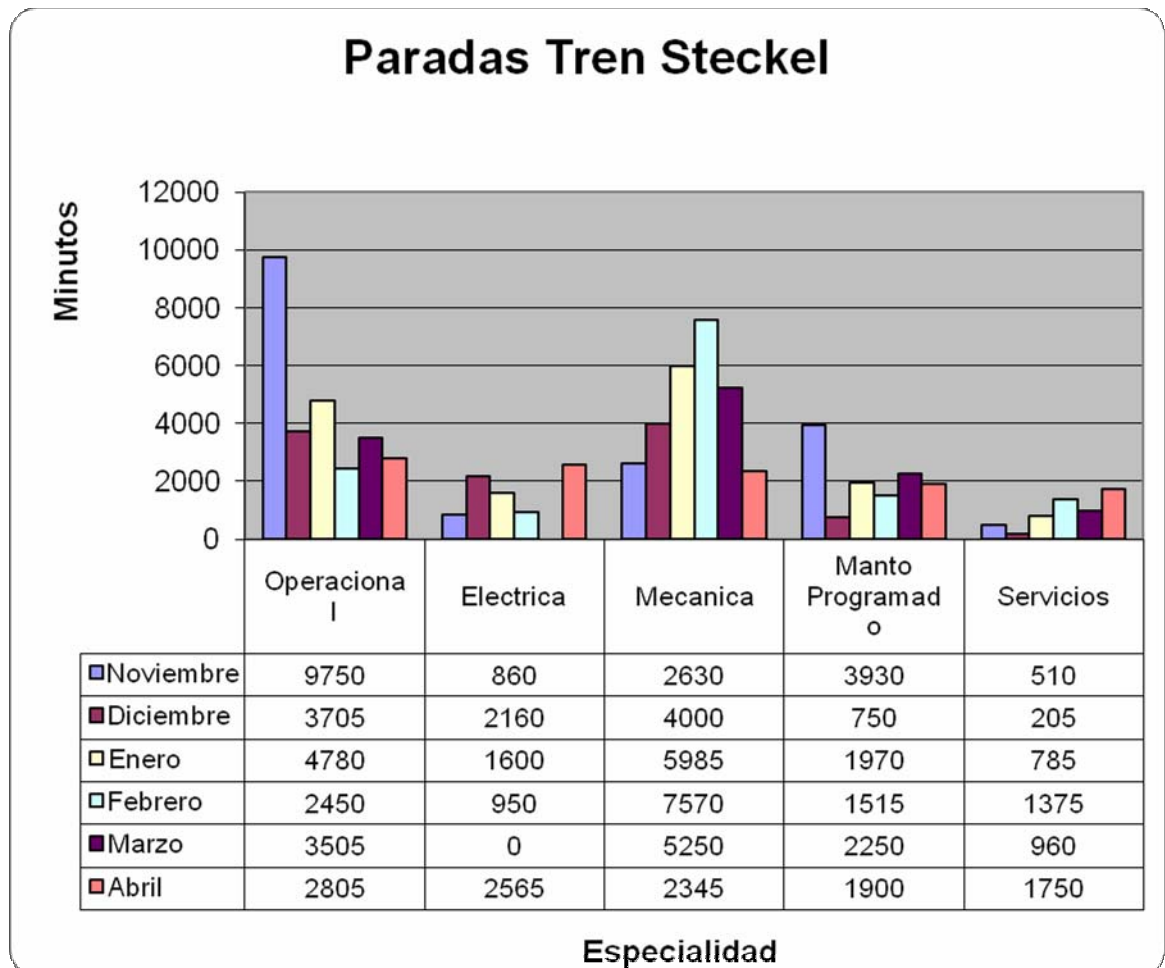
Fuente: Autor

Tabla 5. Paradas Tren Steckel (min)

Paradas Tren Steckel (min)					
Mes	Especialidad				
	Operacional	Eléctrica	Mecánica	Manto Programado	Servicios
Noviembre	9750	860	2630	3930	510
Diciembre	3705	2160	4000	750	205
Enero	4780	1600	5985	1970	785
Febrero	2450	950	7570	1515	1375
Marzo	3505	0	5250	2250	960
Abril	2805	2565	2345	1900	1750

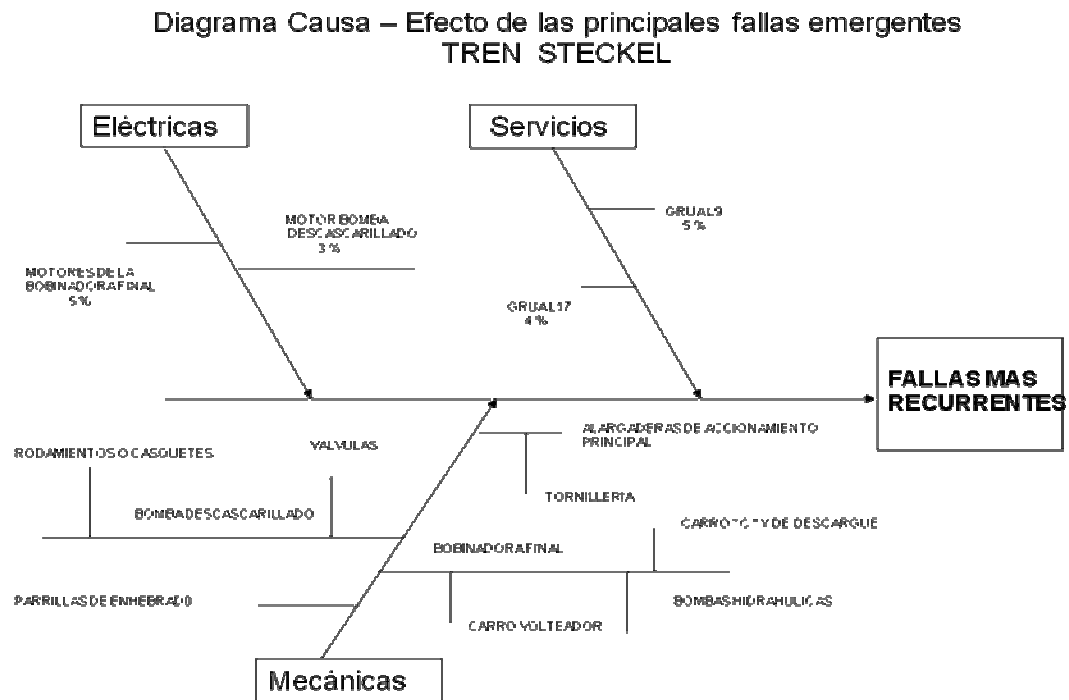
Fuente: Autor

Grafica 5. Paradas Tren Steckel



Fuente: Autor

Figura 12. Diagrama causa efecto de las principales fallas emergentes



• **Descripción de las fallas recurrentes tren steckel**

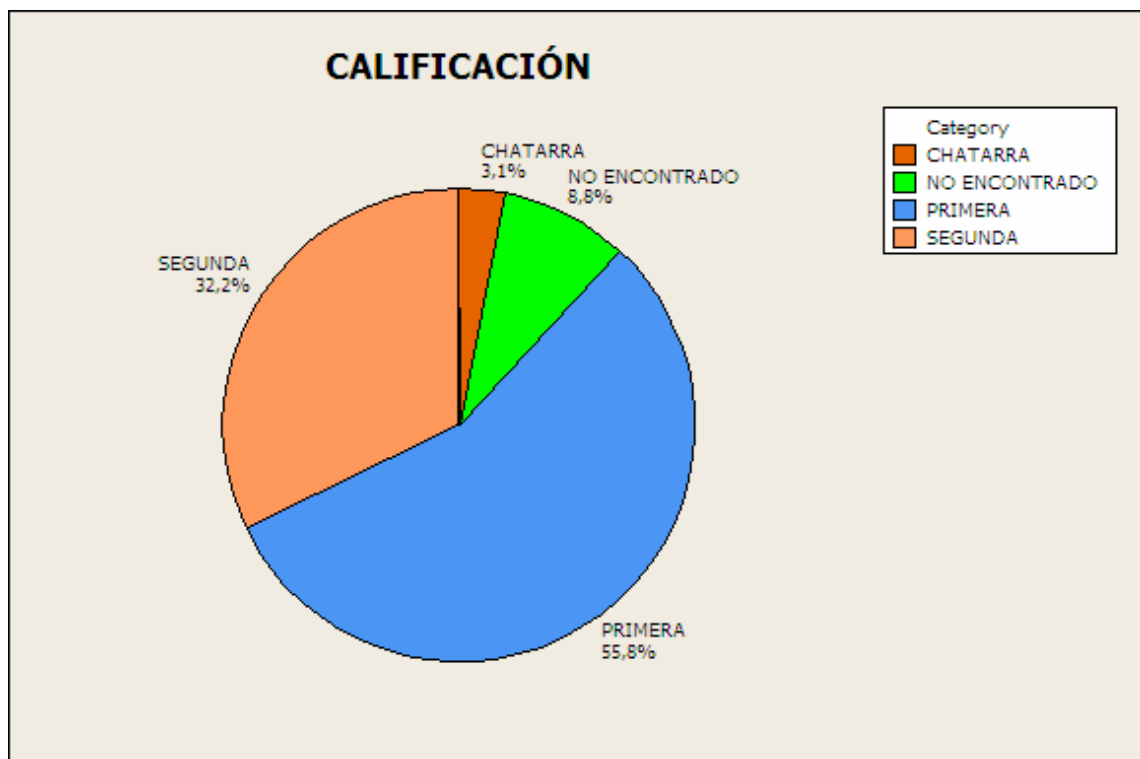
- Operacional 36 %. Falta de material por laminando en el tren 1100, corte en la línea de corte, calentamiento hornos planchones, cambio de cilindros y normalizando tren.
- Mecánica 32 %. Fallas hidráulicas en válvulas direccionales seco instaladas en parrillas y bobinadora final. Fallas en actuadores hidráulicos en los mismos circuitos por deficiencia de repuestos y suministradores confiables. Fallas circuito bombas de descascarillado por deficiente reparación de las mismas en planta .falta de repuestos de válvulas de descascarillado.
- Mantenimiento programado 15 %
- Servicios 9 %. Falla grúas I9 y I17 debido a roturas ejes de traslación, rodamiento en ruedas y sistemas de frenado.
- Eléctrica 8 %. Fallas motores deficientemente reparados, falla de control de tensiones adelante y atrás de bobinadoras 1, 2 y bobinadora final. Falla de

control de velocidades mesas de salida. Falla grupos mg auxiliares. Falla motores de accionamiento bobinadoras 1 y 2

4.4 DESCALIFICACION DE PRODUCTO FINAL

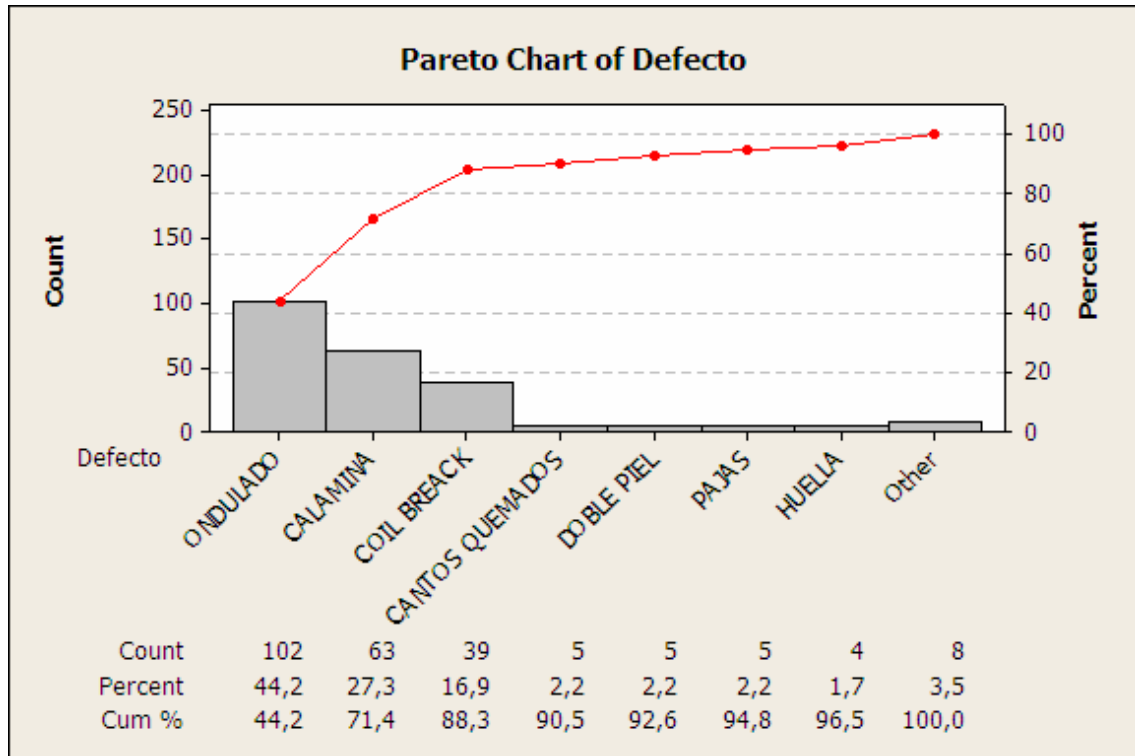
La descalificación de producto plano supera el 33% de la producción total.

Grafica 6. Calificación



Fuente: Autor

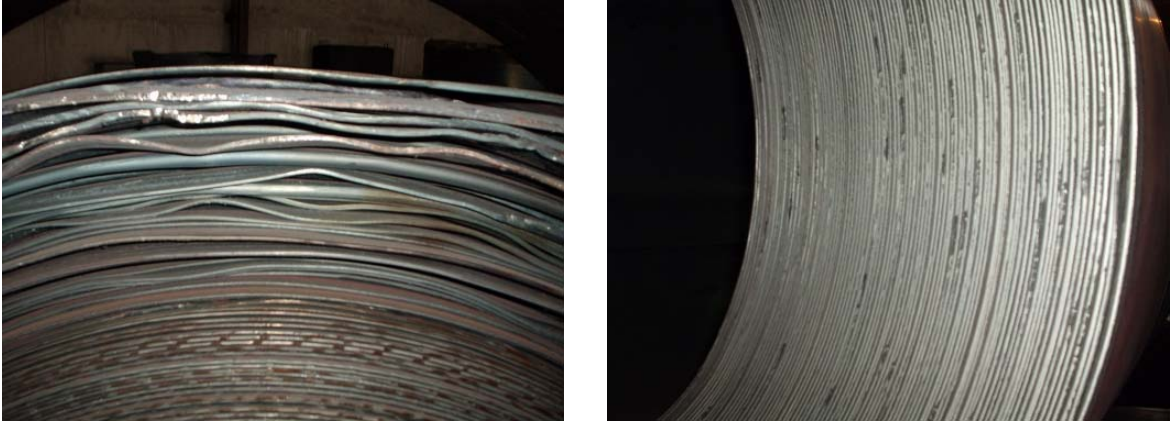
Grafica 7. Pareto Chart of Defecti



Fuente: Autor

Con la herramienta de PARETO se determino que las causas de defecto más significativo es el ondulado.

Figura 13. Fotografías del defecto que presenta más frecuencia.

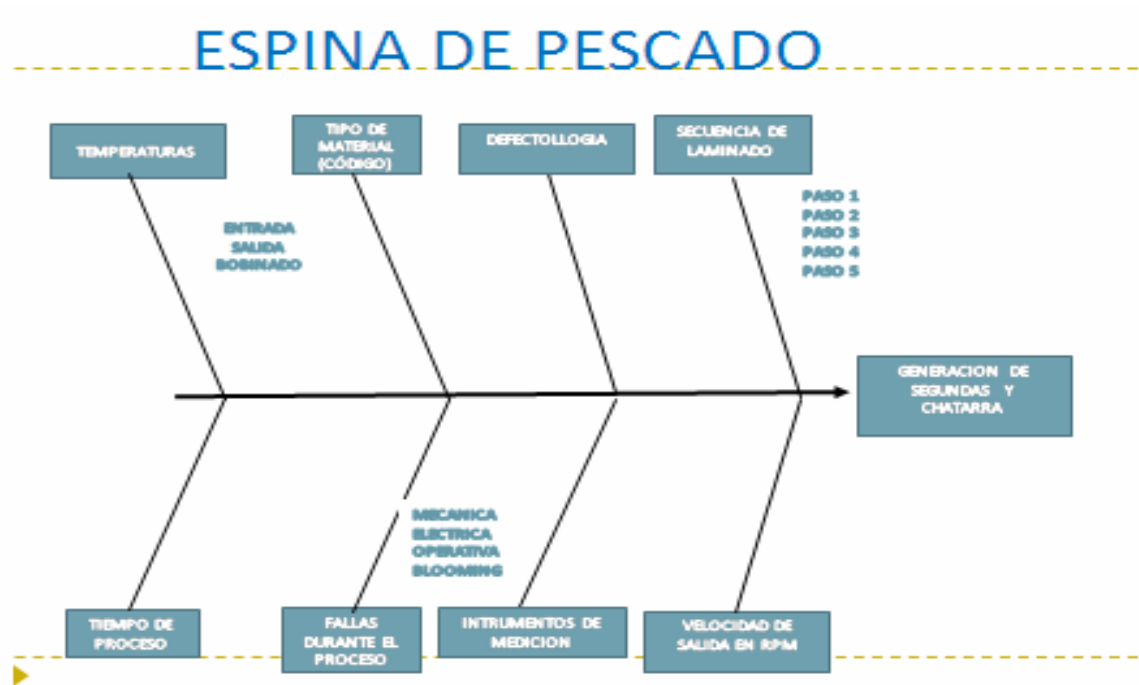


Izquierda ondulaciones en la cara lateral de una bobina. Derecha cara lateral de una bobina sin defecto.

Fuente: Autor

Para tratar las descalificaciones de producto final se uso el Diagrama de causa-efecto, buscando una representación gráfica del problema a analizar, encontrando varias causas de la defectología.

Figura 14. Espina de pescado



Fuente: Autor

El puesto de control fue la cabina del tren laminador Steckel; se observaron durante el proceso 795 desbastes de diferentes calidades y espesores.

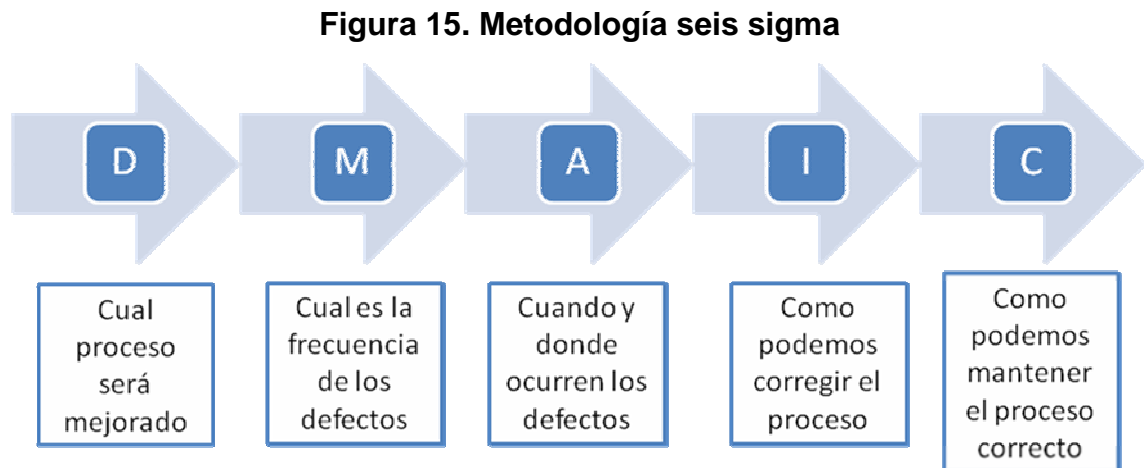
4.4.1 Variables Estudio

CUANTITATIVAS

- Cargas de Laminado
- Temperatura del Material
- Velocidades de Salida
- Tiempo de Proceso
- IRM de Planchón a Rollo
- IRM de Rollo a Producto Final
- % de Pérdida de Planchón a Producto Final

4.5 DESARROLLO CON LA METODOLOGIA SEIS SIGMA

El desarrollo de la metodología seis sigma puede ser dividida en cinco fases (D.M.A.I.C):



Fuente: Autor

- Definición

En esta fase debe ser identificado qué proceso (Y) del negocio será mejorado para atender a una característica crítica para el cliente aumentando su satisfacción.

- Medición

En esta fase se debe hacer un levantamiento general de todas las entradas del proceso (X's) y como se relacionan con los CTQ's (características críticas para la calidad) del cliente. El proceso debe ser mapeado. Se debe medir la habilidad del proceso de producir ítems sin defectos. En otras palabras se mide la capacidad del proceso y se expresa su valor en σ (Sigma).

- Análisis

En esta fase se deben buscar las fuentes de variación (X's) que aumentan la variabilidad del proceso y que son responsables por la generación de defectos.

- **Mejora**

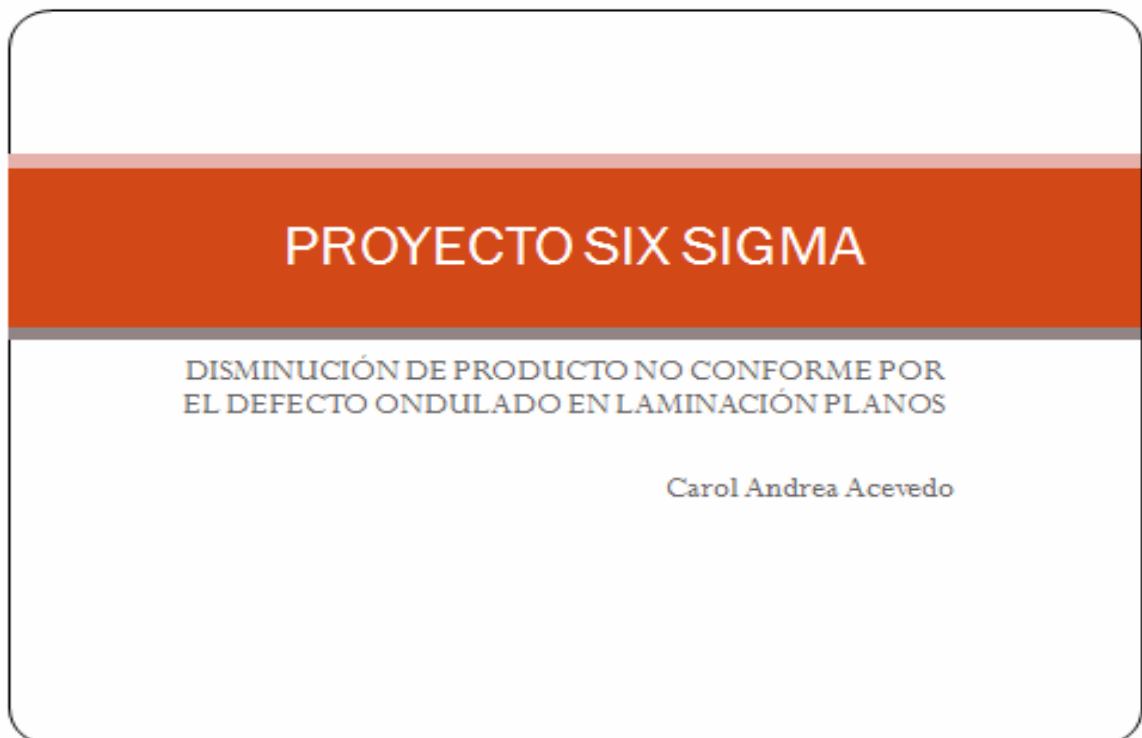
En esta fase se toma acción sobre el proceso para mejorarlo con base en las fuentes de variación (X's) identificadas en la fase de Análisis (A). al final de esta fase se debe calcular la nueva capacidad sigma del proceso (σ) para comprobar que hubo una mejora significativa.

- **Control**

En este punto se debe emplear métodos para monitorear fuentes de variación (X's) identificadas para mantener la capacidad (σ) mejorada adquirida

A continuación relaciono el desarrollo del proyecto de descalificación de productos no conformes con la metodología seis sigma.

Figura 16. Relación proyecto seis sigma



Fuente: Autor

Figura 17. Relación de la metodología

PROBLEMA PRÁCTICO

SITUACION ACTUAL: La descalificación de producto plano a segunda supera el 45% de la producción total.

Objetivo del proyecto:
Aumentar el volumen de producción de productos de primera calidad; disminuyendo la fracción de producto no conforme.

NEGOCIO

Este proyecto busca disminuir la descalificación de Producto defectuoso; de esta manera el ahorro del proyecto se refleja en la obtención de producto de primera, además ahorraría el reproceso de los productos descalificados a chatarra.

ALINEADO CON LA AGENDA DE VALOR

Descripción: Aumento del rendimiento metálico en el tren Steckel para Rollos, a través de mejoras operacionales y mejora de calidad de materia prima

KPI: Rendimiento metálico Steckel - Rollos (%).

Metas: 8,5% (2011): 98,5% (2012)

Impacto en el resultado financiero (EBITDA 08-12): US\$ 0,57M

PROBLEMA ESTADÍSTICO

ESPINA DE PESCADO

MATRIZ ESFUERZO X IMPACTO

MAPA DE ANÁLISIS

X's	Tipo De Dato	Datos	Herramienta	Impacta
Temperatura de Entrada	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Temperatura de Salida	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Temperatura de Bobinado	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Espesor de Desbaste	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Ancho de Desbaste	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Velocidad De Salida	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Código de Material	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Espesor de Rollo	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Fallas	Discreto	Si	Pareto, Chi Cuadrado	Si
Cargas De Laminado	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Paso 1	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Paso 2	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Paso 3	Continuo	Si	Regresion Logistica	Si
Paso 4	Continuo	Si	Regresion Logistica	No
Paso 5	Continuo	Si	Regresion Logistica	No

Fuente: Autor

Con la metodología seis sigma se realizo análisis estadístico de las diferentes variables encontradas para el estudio.

4.6 PLANES DE ACCION PARA EL MEJORAMINETO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LAMINACION PLANOS

Para dar cumplimiento al objetivo de recuperación de la producción de laminación planos se propone junto con el equipo de ingenieros los siguientes planes de acción donde se evidencias actividades de mantenimiento y operacionales que buscan la estabilidad del proceso.

Tabla 7. Plan de Acción - Laminación planos

PLAN DE ACCIÓN - LAMINACIÓN PLANOS				
QUE HACER	QUIÉN	CUÁNDO	COMO HACER	AVANCE
1) Mejorar los sistemas de refrigeración del horno de planchones	Ingeniero Alberto Múrcia	Hasta 31/05/2011	1.1) Adquirir tubos riel de mejor calidad 1.2) Modificar el sistema de instalación de tubos riel 1.3) Revisar el sistema de abastecimiento de agua para horno de planchones (bombas, caudal de agua y calidad de agua)	100%
2) Mejorar los sistemas de abastecimiento de combustibles para horno de planchones (gás natural, óleo y alquitran)	Ingeniero Giovanni Beltran	Hasta 31/05/2011	2.1) Asegurar la temperatura normal de flujo de alquitran 2.2) Asegurar la calidad entregada de combustible (alquitran) 2.3) Instalar medidores de temperatura en el sistema de bombeo de alquitran 2.4) Establecer un plan de mantenimiento de las bombas de alquitran 2.5) Garantizar que los repuestos están en lugar cierto y en tiempo cierto.	80%
3) Establecer un sistema de comunicación	Ingeniero Giovanni Beltran	Hasta 31/05/2011	3.1) Reunir los Supervisores 3.2) Discutir la mejor forma e evitar las perdidas de hoy 3.3) Hacer un patrón de comunicación 3.4) Divulgar los patrones 3.5) Garantizar que los patrones están siendo seguidos.	100%
4) Sustituir refractario actual por ladrillo electro fundido	Ingeniero Giovanni Beltran	Hasta 31/05/2011	4.1) Garantizar plazo de adquisición 4.2) Programar la instalacion del nuevo ladrillo	100%
5) Mejorar sistema eléctrico de horno de planchones	Ingeniero Adriano Espinel	Hasta 20/05/2011	5.1) Identificar y priorizar problemas eléctricos horno de planchones 5.2) Hacer un Plan de Choque para erradicar poblemas eléctricos (detalles in planes de eléctrica)	50%

PLAN DE ACCIÓN - LAMINACIÓN PLANOS				
QUE HACER	QUIÉN	CUÁNDO	COMO HACER	AVANCE
6) Contratar un ingeniero con especialidad en hidráulica para el equipo de mantenimiento mecánico	Ingeniero Alberto Murcia	Hasta 25/05/2011	6.1) Procurar un Ingeniero que tenga conocimiento de laminación de planos (Steckel) 6.2) Hacer una entrevista con la persona identificada 6.3) Proponer a V. Presidente Industrial su contratación.	50%
7) Contratar una Empresa con Especialidad en Hidráulica, para cambiar las válvulas que no tienen repuestos.	Ingeniero Alberto Murcia	Hasta 31/01/2008	7.1) Hacer un plano para saber qué se tiene necesidad de cambiar y cuales son posibles reparar; (todas las válvulas de Tren Steckel); 7.2) Identificar aquellas más críticas; 7.3) Identificar la Empresa y solicitar la contratación de la misma; 7.4) Hacer un plan detallado de cambio de las válvulas; 7.5) Cambiar las válvulas en el plazo planeado; 7.6) Proponer un plan de garantía de abastecimiento de repuestos; 7.7) Entrenar todos los involucrados en la inspección y mantenimiento de las válvulas; 7.8) Hacer un entrenamiento O.J.T.	44%
8) Hacer un estudio de otros proveedores de tambor de las Bobinadoras 1 & 2 de Steckel	Ingeniero Alberto Murcia (Apoyo: Décio Xavier)	Hasta 31/05/2011	8.1) Identificar os posibles proveedores; 8.2) Verificar la relación costos / ventaja; 8.3) Verificar tiempo de entrega. OBS: Hecho un contacto con proveedor Kubota, que informo que su garantía es de 500.000 t. (una duración aproximada de 5 años) Hoy tenemos una duración de el tambor de ~ 02 años. Encaminado las especificaciones, del tambor, para propuesta comercial.	66%
9) Hacer una reparación general en la Bobinadora Final	Ingeniero Alberto Murcia	Hasta 31/05/2011	9.1) Avaliar las mediciones originales; 9.2) Hacer mediciones actuais 9.3) Hacer los ajustes de tolerancias y reglajes al mandril, los rodillos agarradores y envolvedores de la bobinadora.	66%
10) Fabricar base de transición para motores de las tapas y ventiladores de fosos.	Ingeniero Alberto Murcia	Hasta 15/05/2011	10.1) Avaliar las mediciones necesarias; 10.2) Hacer un proyecto basico; 10.3) Hacer una requisición para contratar la confección; 10.4) Garantizar el plazo de entrega; 10.5) Programar la instalación.	100%
11) Instalar decantadores para el aire de instrumentación de la zona humeda.	Ingeniero Alberto Murcia	Hasta 20/05/2011	11.1) Avaliar los proveedores; 11.2) Hacer un estudio de costos /ventajas; 11.3) Hacer una requisición para adquisición; 11.4) Garantizar el plazo de entrega; 11.5) Programar la instalación.	100%
12) Preparar y cambiar un rodillo para la mesa AC8 y otro para la mesa AC9.	Ingeniero Alberto Murcia	Hasta 20/05/2011	12.1) Avaliar los proveedores; 12.2) Hacer un estudio de costos /ventajas; 12.3) Hacer una requisición por maquinado en taller externo; 12.4) Garantizar plazo de entrega; 12.5) Programar instalación	100%
22) Trasladar los ventiladores de los hornos de STECKEL a pedestales lejanos de los hornos.	Ingeniero Alberto Murcia	Hasta 20/11/2011	22.1) Fabricar los pedestales y instalarlos; 22.2) Fabricar los ductos y instalarlos; 22.3) Trasladar los motores.	10%

PLAN DE ACCIÓN - LAMINACIÓN PLANOS				
QUE HACER	QUIÉN	CUÁNDO	COMO HACER	AVANCE TOTAL
13) Hacer un estudio de repotenciar los motores de las Bobinadoras 1 & 2.	Ingeniero Adriano Espinel	Hasta 31/05/2011	13.1) Hacer un plano para saber cuánto se tiene necesidad de repotenciar los motores; 13.2) Identificar posibles proveedores; 13.3) Identificar la Empresa y solicitar una cotización; 13.4) Hacer un estudio de costos/beneficio; 13.5) Proponer una contratación.	60%
14) Automatizar los cortes	Ingeniero Adriano Espinel (Apoyo: Décio Xavier)	Hasta 31/05/2011	14.1) Hacer un proyecto básico de automatización de la cizalla rotativa; 14.2) Identificar los posibles proveedores y plastos; 14.3) Hacer un estudio de costos/beneficio; 14.4) Hacer una propuesta general de adquisición; 14.5) Planear los servicios; 14.6) Garantizar los plastos de ejecución; 14.7) Entrenar las personas involucradas en nuevo sistema; 14.8) Hacer un entrenamiento O.J.T. (On the Job Training) OBS: Con la automatización de la cizalla rotativa, tenemos A) Descarte de un puesto de trabajo; B) Eliminación de temperatura baja en desbaste; C) Ganó de = 150 kg por rollo.	0%
15) Tener una visión completa da línea de producción, mejorando las condiciones operacionales actuales.	Ingeniero Adriano Espinel	Hasta 31/05/2011	15.1) Hacer un estudio para poner camaras de alta definición, en puntos estrategicos; 15.2) Discutir la mejor forma de colocación; 15.3) Garantizar que tenemos camaras especiales adentro de hornos de Steckel; 15.4) Hacer un proyecto básico; 15.5) Identificar los posibles proveedores; 15.6) Solicitar una propuesta tecnica/comercial; 15.7) Hacer un estudio de costos/vantaja; 15.8) Contratar la mejor propuesta; 15.9) Acompañar la instalación; 15.10) Entrenar las personas involucradas en los ajustes e cambios de repuestos.	60%
16) Revisar la configuración del C.A.C. para ganar estabilidad	Ingeniero Adriano Espinel	Hasta 31/05/2011	16.1) Contratar un Especialista em C.A.C; 16.2) Estudir como agregar un Steer automatico;100% 16.3) Revisar la malla de posicion para poner la diferencia de cargas en acero; 100% 16.4) Revisar la curva de elasticidad y histeresis 100%.	70%
17) Adquirir medidor patrón de temperatura para calibración de los pirometros.	Ingeniero Adriano Espinel	Hasta 31/05/2011	17.1) Hacer la selección del proveedores; 50% 17.2) Contactar los proveedores seleccionados; 100% 17.3) Hacer un estudio de costos/beneficio;0% 17.4) Hacer la requisición y comprar el medidor 0% patrón.	38%
18) Cambiar el control de velocidad de las mesas de salida de STECKEL.	Ingeniero Adriano Espinel	Hasta 31/05/2011	18.1) Agilizar la Ordem de Compra - 030005444 18.2) Garantizar la llegada de material 18.3) Supervisar y controlar el montage; 18.4) Puesta en operación.	50%
19) Reparar 02 motores flotantes un tipo A y un tipo B para línea de rodillos.	Ingeniero Adriano Espinel	Hasta 31/05/2011	19.1) Hacer la requisición para reparación en un taller externo; 19.2) Hacer el seguimiento de la reparación; 19.3) Garantizar el plazo de reparación; 19.4) Programar la instalación.	75%
20) Montar y poner en servicio los interruptores Illos nuevos	Ingeniero Adriano Espinel	Hasta 31/05/2011	20.1) Retirar los interruptores existentes; 20.2) Hacer montaje de las nuevas celdas; 20.3) Anclarlas, conectar cableado que ya tendido; 20.4) Conectar cableado de c. continua; 20.5) Poner en servicio.	0%
21) Recuperar los rotores para los generadores de de la bobinadora 01 y cizalla rotativa	Ingeniero Adriano Espinel	Hasta 31/05/2011	21.1) Hacer una consulta del mercado; 21.2) Hacer un estudio con la propuesta de Inteleca; 21.3) Hacer una requisición por revisión y rebobinado de un rotor existente.	80%

Fuente: Autor

PLAN DE ACCIÓN - LAMINACIÓN PLANOS				
QUE HACER	QUIÉN	CUÁNDO	COMO HACER	AVANCE TOTAL
23) Hacer un patrón para control de la temperatura reducir la pérdida, formación de calamina combustible	Ingeniero Carol, Apoyo Deccio X.	Hasta 16/05/2011	23.1) Tiempo de parada < 10 min Reducir la temperatura en: Zona Empape = - 10°C Zona Calentamiento= - 20°C Pre Calentamiento= Normal - 20°C	100%
			23.2) Tiempo de parada 15~25 min Reducir la temperatura en: Zona Empape = - 10°C Zona Calentamiento= - 30°C Pre Calentamiento= - 30°C	
			23.3) Tiempo de parada 30~59 min Reducir la temperatura en: Zona Empape = - 20°C Zona Calentamiento= - 50°C Pre Calentamiento= - 50°C	
			23.4) Tiempo de parada 60~89 min Reducir la temperatura en: Zona Empape = - 80°C Zona Calentamiento= - 45°C Pre Calentamiento= - 80°C	
			23.5) Tiempo de parada 89~120 min. Reducir la temperatura en: Zona Empape = - 90°C Zona Calentamiento= - 120°C Pre Calentamiento= - 120°C Tiempo de parada > 120 min	
			23.6) Reducir la temperatura en: Zona Empape = Bajar para 900°C Zona Calentamiento= Bajar para 900°C Pre Calentamiento= Apagar	
24) TODOS LOS TIPOS DE ACERO: NÚMERO DE PASOS EN STECKEL: 03 Zona Empape = 1.250°C Zona Calentamiento= 1.200°C Pre Calentamiento= 1.150°C	Ingeniero Carol, Apoyo Deccio X.	Hasta 16/05/2011	24.1) TODOS LOS TIPOS DE ACERO: NÚMERO DE PASOS EN STECKEL: 03 Zona Empape = 1.250°C Zona Calentamiento= 1.200°C Pre Calentamiento= 1.150°C	100%
			24.2) TODOS OS TIPOS DE ACERO: NÚMERO DE PASOS EN STECKEL: 05 Zona Empape = Zona Calentamiento= Pre Calentamiento=	
			24.3) TODOS LOS TIPOS DE ACERO: CONTENIDO DE OXÍGENO EN ZONA DE CALENTAMIENTO Y ZONA DE EMPAPE = 2,5 % (Tolerancia = +/- 1%)	
26) Garantizar que no hay entrada falsa de aire en el horno.	Ingeniero Giovanni Beltran		26.1) Hacer una regulación general en instrumentación de control de combustión; 26.2) Eliminar todas las posibilidades de entrada del aire en el horno; 26.3) Mantener una presión interna arriba de: 3mm CA 26.4) Garantizar o contenido de oxígeno en 2,5%	0%
27) Hacer un plan de limpieza de canal de chatarra en la línea de proceso	Ingeniero Giovanni Beltran	Ate 15/01/08	27.1) En cada parada > 12 hs programar recursos para limpieza de canal de chatarra; 27.2) Hacer una programación de limpieza total en el Reparó General de Enero/2008; 27.3) Hacer un patrón de limpieza con fechas e responsables. OBS: Teníamos ~ 10 años qué no si hace una limpieza total en canal de chatarra.	66%
28) Hacer un patrón de descarte de material en la Línea de Corte	Ingeniero Giovanni Beltran, Apoyo Deccio Xavier	Hasta 15/12/2007	28.1) Adquirir catalogo ILAFA 28.2) Involucrar las personas de Control de procesos; 28.3) Hacer una comparación de los defectos de materiales; 28.4) Hacer una comparación con patrones APDR; 28.5) Revisar los patrones; 28.6) Hacer una divulgación con las personas involucradas; 28.7) Entrenar las personas en los patrones	25%
29) Revisar el patron de programación de material para laminación planos	Ing. Carol Acevedo	Até 16/11	29.1) Involucrar a las personas de programación 29.2) Discutir el patron actual 29.3) Conocer el mapeo de procesos 29.4) Revisar el patron actual	100%
30) Elaborar patrones de operación de todos los equipos de laminación planos	Ing. Carol Acevedo, Deccio Xavier	Ate 31/12	30.1) Elaboración de patrones para operació de los equipos de laminación planos	100%

Fuente: Autor

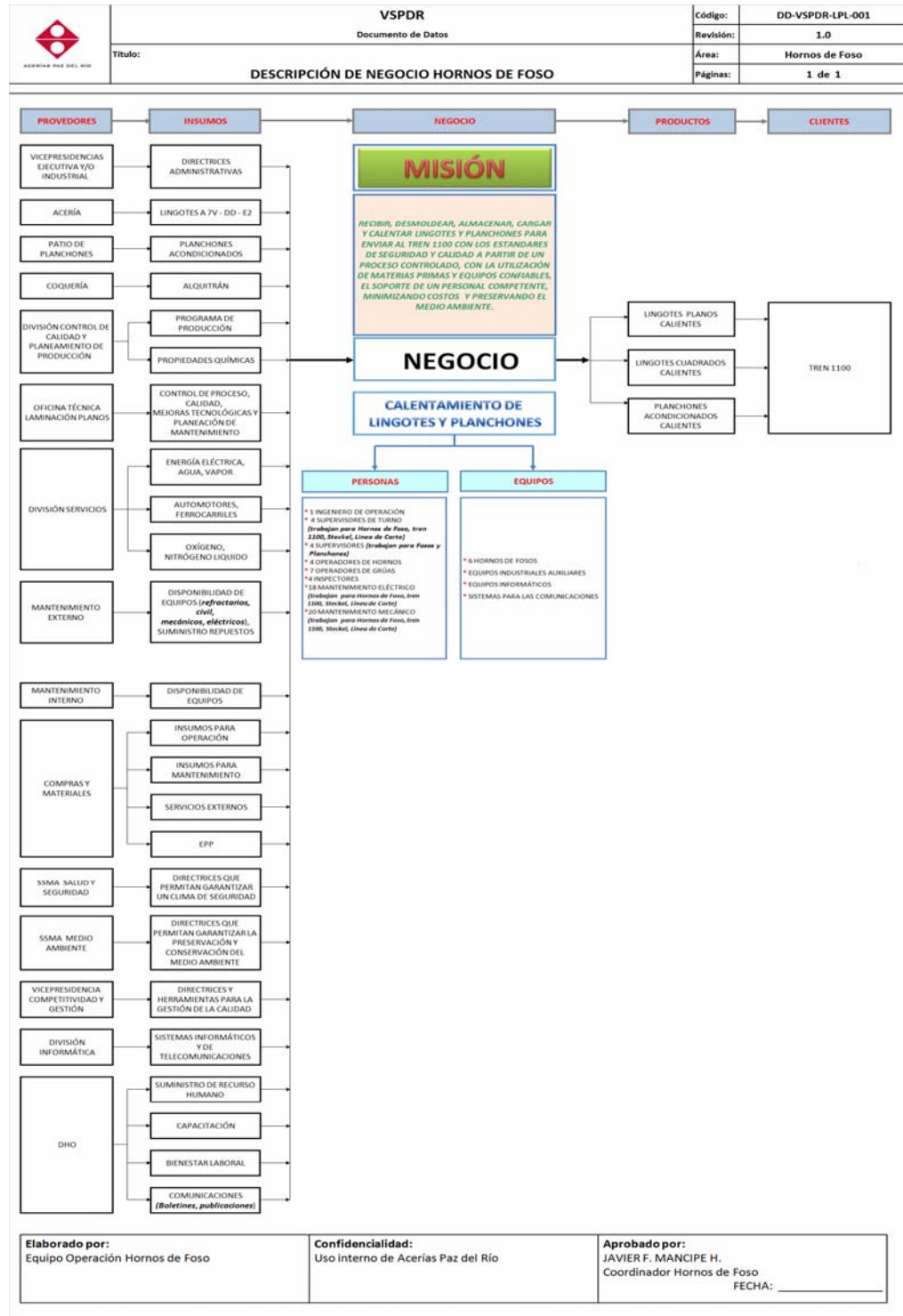
4.7 CREACION DE DESCRIPCIONES DE PROCESO, MAPA DE PROCESO.

Dentro de las actividades propuestas esta el desarrollo de patrones operacionales siguiendo el sistema de gestión de la empresa.

Como primera medida se realizo una descripción de proceso denominada también descripción de negocio donde se recopila la información de los proveedores, insumos, objeto del negocio, productos a entregar y cliente directo; siguiendo con el mapa de proceso donde se relaciona las etapas del proceso y cada una de las variables identificadas que afectan la productividad y calidad del producto.



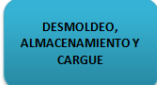


A continuación se relaciona los diferentes descripciones de Negocio y mapa da de proceso del área de laminación planos.

Figura 19. Descripción De Negocio Hornos De Foso



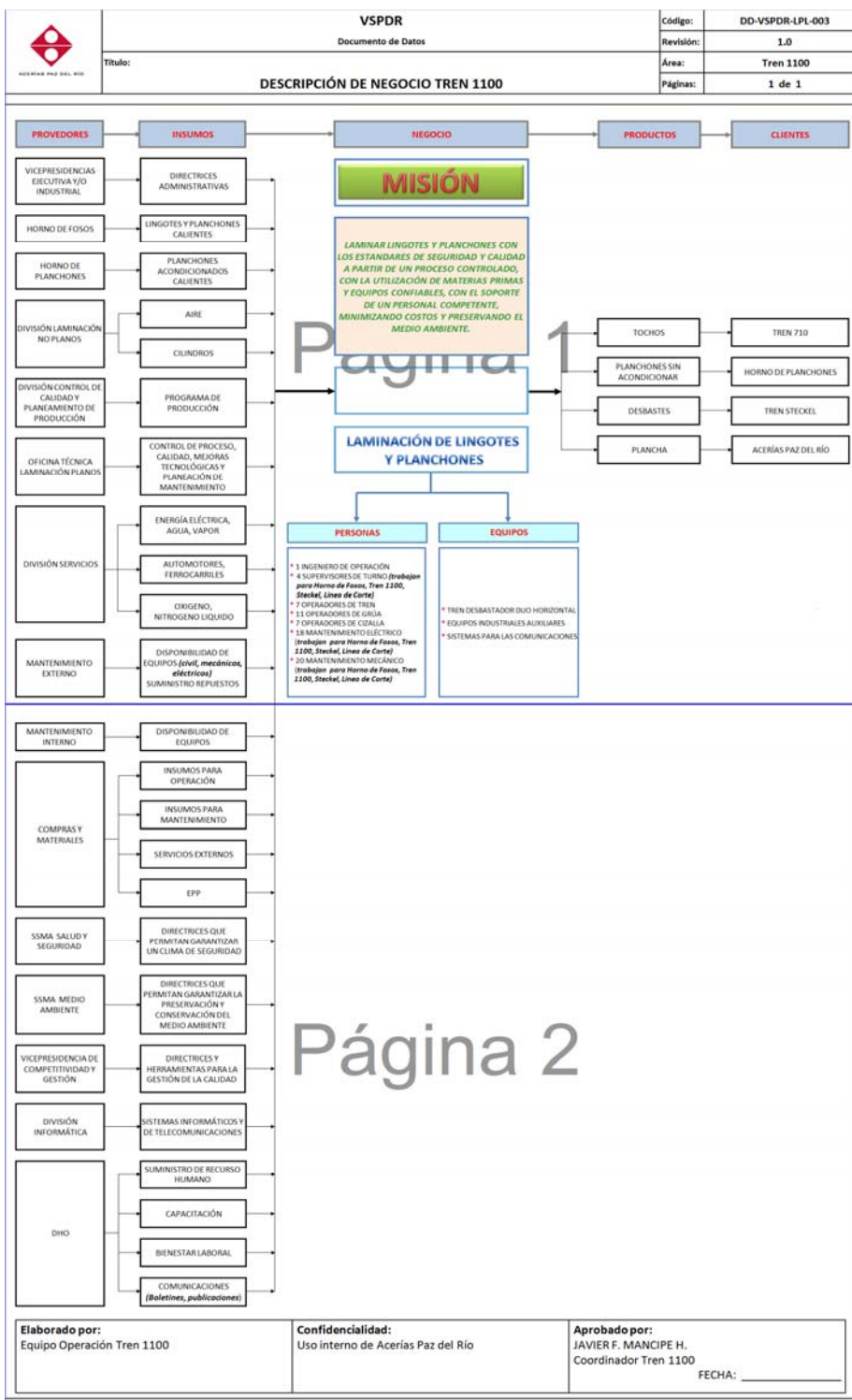
Fuente: Autor

Figura 20. Mapa De Proceso Horno De Fosos

		VSPDR Documento de Datos		Código:	DD-VSPDR-LPL-002
Título MAPA DE PROCESO HORNO DE FOSOS		Revisión:	1.0	Área:	Horno de Fosos
		Páginas:	1 de 1		
X's		CTQ's	Descripción CTQ's		
					
X1	Cantidad de lingote recibido de acería (t/d)		y1	Cantidad de lingote desmoldado (t/d)	
X2	Tiempo transcurrido después del desmoldeo con dificultad (min)		y2	Cantidad de material rechazado (t/d)	
X3	Características de rechazo (altura del lingote, caídas de altura en desmoldeo, movimiento brusco, no cumplimiento de % químico)		y3	Cantidad de material (identificado) almacenado (t)	
X4	Cantidad de planchón acondicionado (t/d)		y4	Cantidad de material (identificado) cargado (und/horno)	
X5	Identificación lingote frío (Ud)				
X6	Número de hornos disponibles (Ud)				
X7	Curva de calentamiento (inicio a 850 °C)		y5	Temperatura homogénea para laminar lingotes (°C)	
X8	Tiempo de vía (min)		y6	Temperatura homogénea para laminar planchones (°C)	
X9	Tiempo de sostenimiento a temperatura de homogenización (empape) en horno (min)		y7	Cantidad de material rechazado por calentamiento (t/d)	
X10	Material rechazado (t/d)				
					


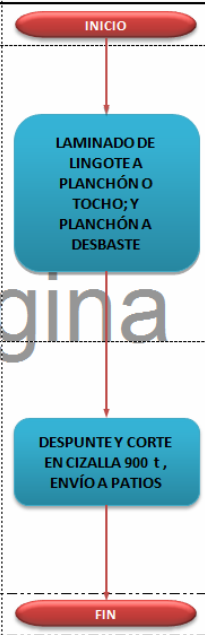
Fuente: Autor

Figura 21. Descripción De Negocio Tren 1100



Fuente: Autor

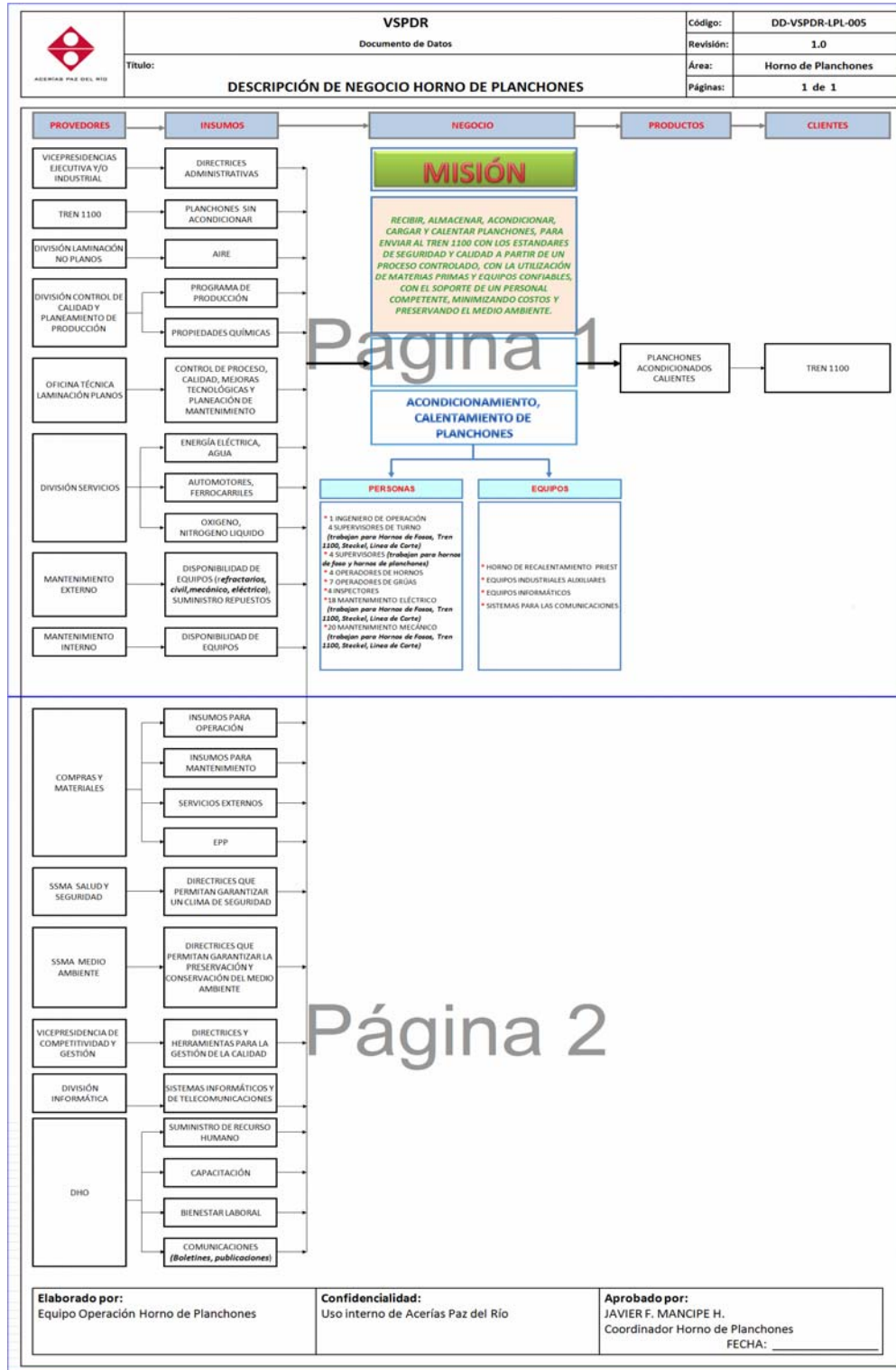
Figura 22. Mapa De Proceso Tren 1100

		VSPDR	
		Documento de Datos	
Título		Código:	DD-VSPDR-LPL-004
MAPA DE PROCESO TREN 1100		Revisión:	1.0
		Área:	Tren 1100
		Páginas:	1 de 1
X's	CTQ	Descripción CTQ's	
			
X1		y1	Cantidad de Tocho, Planchón y Desbaste (uds/turno)
X2			
X3			
X4			
X5			
X6			
X7			
X8			
X9			
X10			
X11			
X12		Y2	Cantidad de tocho despuntado y cortado (t)
X13		Y3	Cantidad de planchón sin despunte (t)
X14		Y4	Cantidad de desbaste despuntado (unidad)
X15			
X16			
X17			
X18			
X19			
X20			

Elaborado por: Equipo de Operación Tren 1100	Confidencialidad: Uso interno de Acerías Paz del Río	Aprobado por: JAVIER F. MANCIPEH. Coordinador Tren 1100 FECHA: _____
---	---	---

Fuente: Autor

Figura 23. Descripción De Negocios Planchones



COMPRAS Y MATERIALES

SSMA SALUD Y SEGURIDAD

SSMA MEDIO AMBIENTE

VICEPRESIDENCIA DE COMPETITIVIDAD Y GESTIÓN

DIVISIÓN INFORMÁTICA

DHO

INSUMOS PARA OPERACIÓN

INSUMOS PARA MANTENIMIENTO

SERVICIOS EXTERNOS

EPP

DIRECTRICES QUE PERMITAN GARANTIZAR UN CLIMA DE SEGURIDAD

DIRECTRICES QUE PERMITAN GARANTIZAR LA PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

DIRECTRICES Y HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE TELECOMUNICACIONES

SUMINISTRO DE RECURSO HUMANO

CAPACITACIÓN

BIENESTAR LABORAL


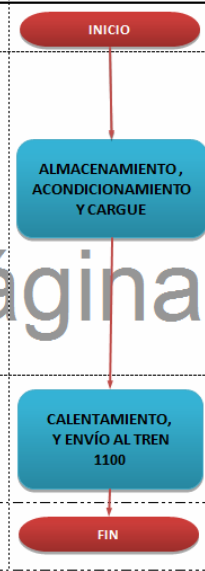
COMUNICACIONES (Boletines, publicaciones)

Página 1

Página 2

Fuente: Autor

Figura 24. Mapa De Proceso Horno De Planchones

		VSPDR	
		Documento de Datos	
Título		Código:	DD-VSPDR-LPL-006
MAPA DE PROCESO HORNO DE PLANCHONES		Revisión:	1.0
		Área:	Horno Planchones
		Páginas:	1 de 1
X's		CTQ	Descripción CTQ's
			
X1	Cantidad de planchon caliente proveniente del Tren 1100 (<i>und</i>)	y1	Cantidad de material en enfriamiento (<i>Ud</i>)
X2	Información número de colada, código de calidad	y2	Identificación de material (<i>Ud</i>)
X3	Intensidad de los defectos superficiales	y3	Cantidad de material rechazado a chatarra(<i>Ud</i>)
X4	Escarfiado de Defectos superficiales (<i>pajas, grietas, porosidad e incrustaciones</i>)	y4	Cantidad de planchón Escarfiado y Despuntado (<i>und/turno</i>)
X5	Despunte (<i>rechupe, hueco o grietas</i>)	y5	Cantidad de material almacenado (<i>Ud</i>)
X6	Dimensiones mínimas de aceptación (<i>ancho y longitud</i>)	y6	Cantidad de material cargado (<i>Ud</i>)
X7	Área de almacenamiento		
X8	Programa de producción		
X9	Acondicionamiento térmico	y7	Temperatura homogénea para laminar (<i>°C</i>)
X10	Ritmo de laminación	y8	Cantidad de material devuelto por calentamiento (<i>t</i>)
X11	Criterio de devolución de material		

Elaborado por:
Equipo de Operación Horno de Planchones

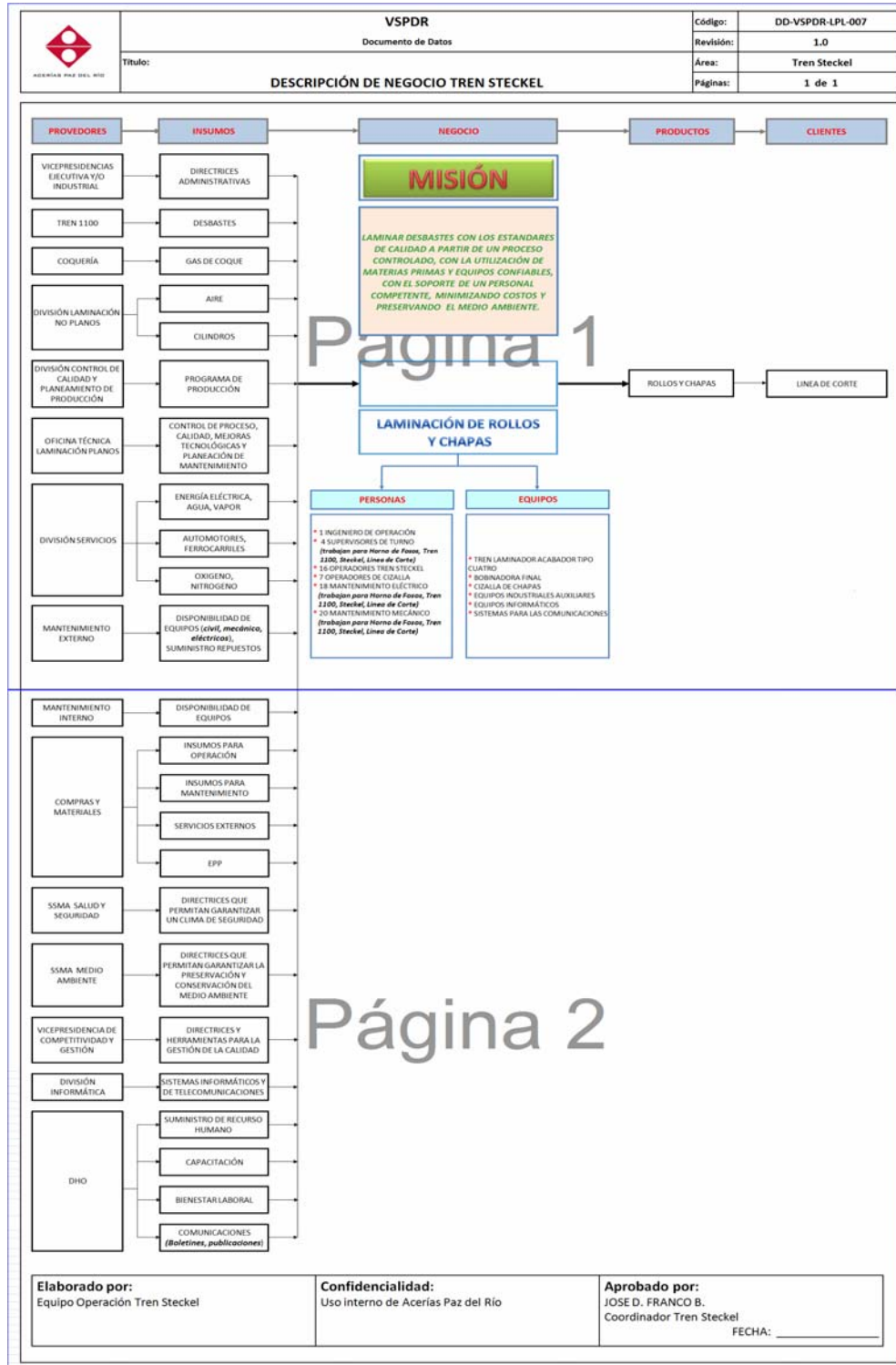
Confidencialidad:
Uso interno de Acerías Paz del Río

Aprobado por:
JAVIER F. MANCIPEH.
Coordinador Horno de Planchones

FECHA: _____

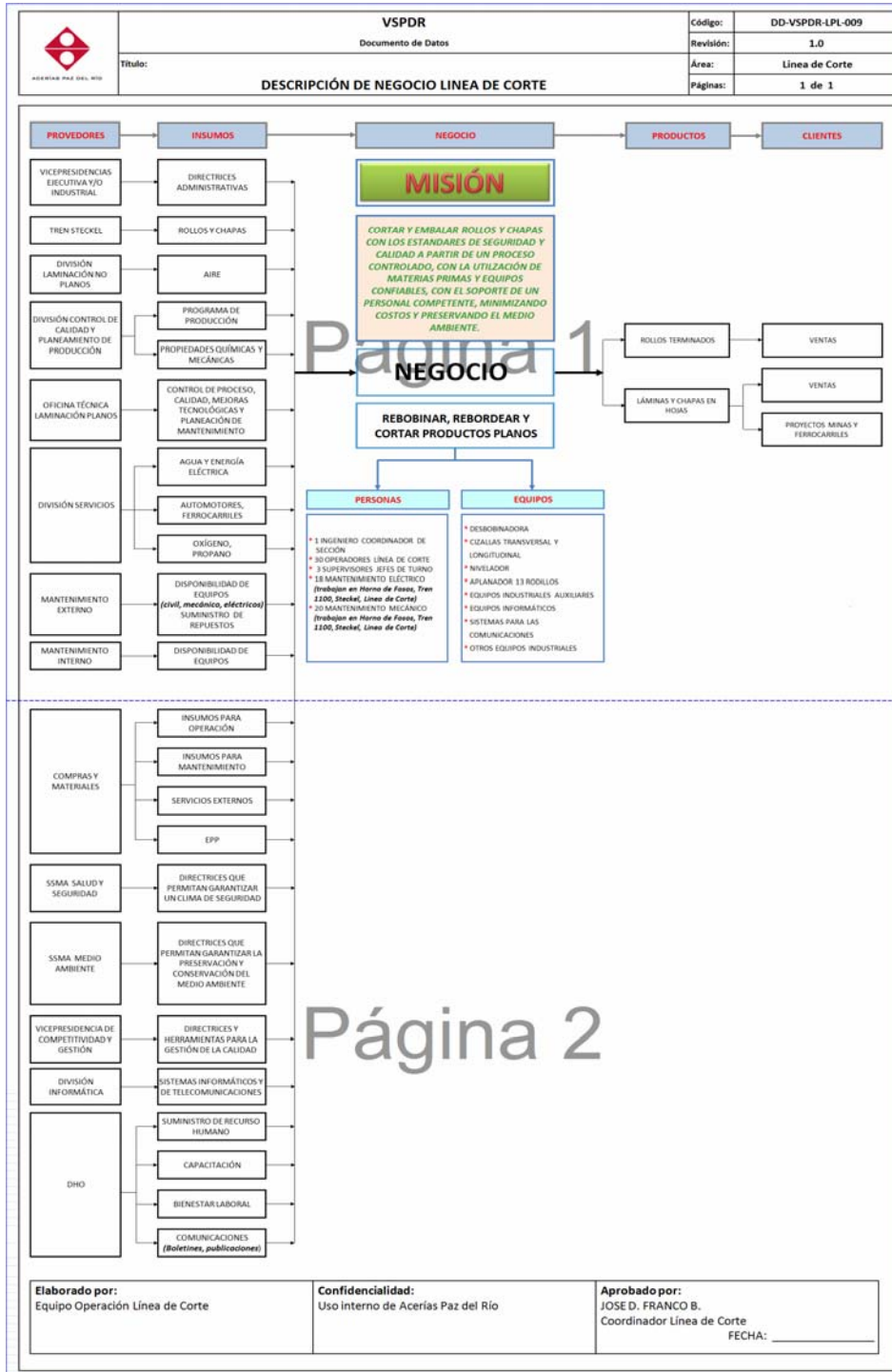
Fuente: Autor

Figura 25. Descripción De Negocio Tren Steckel




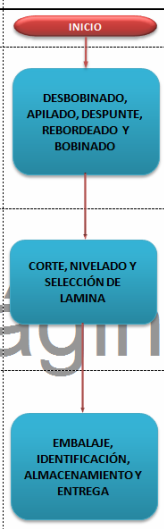
Fuente: Autor

Figura 27. Descripción De Negocio Línea De Corte



Fuente: Autor

Figura 28. Mapa De Proceso Línea De Corte

		VSPDR Documento de Datos		Código:	DD-VSPDR-LPL-010
Título		MAPA DE PROCESO LINEA DE CORTE		Revisión:	1.0
				Área:	Línea de Corte
				Páginas:	1 de 1
X's		CTQ	Descripción CTQ's		
					
X1	Cantidad de rollo (t)	y1	Cantidad de rollo y/o banda rebordeado (t)		
X2	Velocidad de la línea (m/min)	y2	Calidad del rollo rebordeado y sin rebordear (t)		
X3	Filo de la cuchilla de corte				
X4	Cantidad de chatarra (despunte y rebordeo) (t)				
X5	Tomar la muestra				
X6	Defectos superficiales y de forma (planitud, ondulado y superficial)				
X7	Verificación de Dimensiones, espesor, ancho (mm)				
X8	Velocidad de la línea (m/min)	Y3	Cantidad de lámina cortada en hojas, rebordeada y sin rebordear (t)		
X9	Cantidad de lámina rebordeada y sin reborde (und)	Y4	Calidad de las hojas (t)		
X10	Verificación de Dimensiones, espesor, ancho y largo (mm)				
X11	Tomar la muestra				
X12	Defectos superficiales y de forma (planitud, ondulado, fuera de escuadra, curvatura, superficial)				
x13	Presiones de trabajo para planitud (amperios)				
X14	Cantidad de lámina cortada en hojas (t)	Y5	Paquete de lámina en hojas y chapas, embaladas e identificadas (en frío) (t)		
X15	Calidad de las hojas (t)	Y6	Cantidad de rollos embalados e identificados (en frío) (t)		
X16	Calidad de chapa Steckel (t)	Y7	Entrega		
X17	Verificación de dimensiones y forma de chapa Sheckel (mm)				
X18	Características mecánicas y sanidad interna				
X19	Identificación de dimensiones de espesor, ancho y largo (mm)				
X20	Cantidad de rollo (t)				
X21	Calidad de rollo (t)				
X22	Calidad de rollo Steckel sin reborde (t)				
X23	Identificación de dimensiones de espesor y ancho (mm)				
X24	Cantidad de material identificado (t)				
X25	Cantidad de material cargado al planchón (t)				

Elaborado por:
Equipo de Operación Línea de Corte

Confidencialidad:
Uso interno de Acerías Paz del Río

Aprobado por:
JOSE D. FRANCO B.
Coordinador Línea de Corte

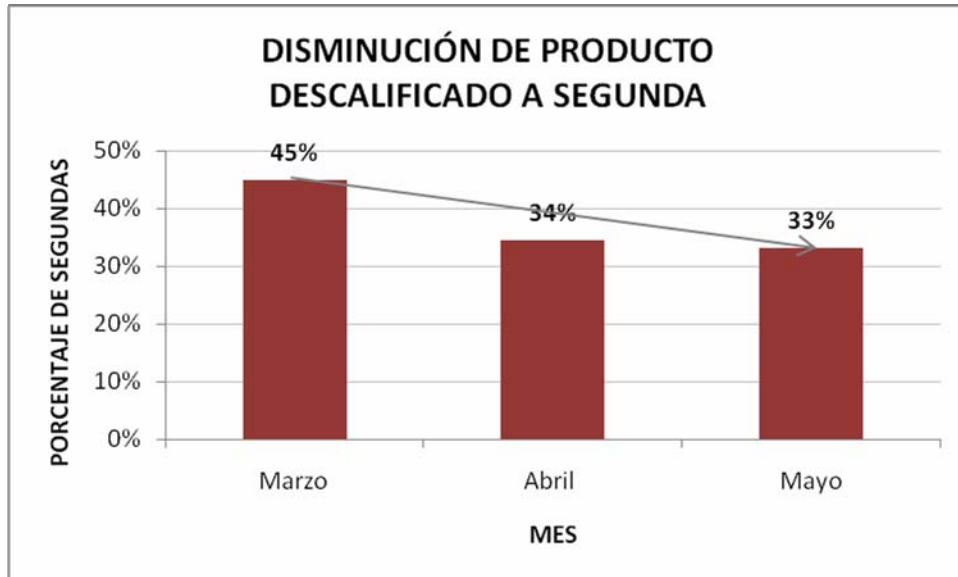
FECHA: _____

Fuente: Autor

4.8 DISMINUCIÓN DE DESCALIFICACIONES

Con la recopilación de información donde se busco la trazabilidad del producto y con la implementación de mejores prácticas de producción de las variables estudio se tuvo una disminución significativa en la descalificación del producto.

Grafica 8. Disminución de producto descalificada a segunda



Fuente: Autor

Con los planes de acción propuestos y con la con la implementación de las patrones operaciones en cada área de la planta se logro disminuir el porcentaje de producto defectuoso

5. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Todos los procesos en cualquier organización, por excelentes que parezcan, son susceptibles de ser mejorados; las empresas deben hacer seguimiento continuo a sus procesos, siendo críticos y analizando cada paso, con el fin de encontrar mejores soluciones a toda oportunidad de mejora que se observe.

El desarrollo efectivo de la practica empresarial tuvo compromiso por parte de la planta y el practicante, quienes conjuntamente definieron objetivos planteados y cumplidos para el proceso de laminación planos, permitiendo realizar un diagnostico de dichos procesos, determinando los principales inconvenientes, con el fin de aplicar las mejoras propuestas que fortalecieron los procesos del sistema productivo.

El desarrollo del proyecto en el área de laminación planos, fue una excelente oportunidad para confrontar los conocimientos adquiridos en la formación universitaria con la realidad del mundo empresarial, lo que permitió definir la metodología y la aplicación de herramientas requeridas para culminar con éxito este trabajo.

Al realizar el diagnostico en la planta de laminación planos se recopilo información de las producciones de los trenes de laminación planos, paradas de los trenes y defectos del producto final, se identifica que el proceso requiere control y seguimiento continuo por parte de la administración, además se requiere de inversión en el área de mantenimiento para automatizar los equipos.

Las propuestas de mejora planteadas en los planes de acción de acción van dirigidas a atacar las actividades críticas del proceso de producción, buscando

incrementar la productividad, resultado que se obtiene a través del compromiso de técnicos, empleados e ingenieros del área.

Se crearon, publicaron y difundieron prácticas operacionales de los procesos involucrados en la laminación plana, capacitando a los operadores involucrados directamente con la calidad del producto.

6. RECOMENDACIONES

- Tener una organización enfocada en RESULTADOS EFECTIVOS y visibles a todas las personas.
- Garantizar la gestión sistémica de Planeamiento, Ejecución, Validación y Aprendizaje.
- Garantizar una comunicación directa, sin “ruidos”.
- Garantizar que las informaciones sean rápidas y con precisión, permitiendo que los recursos lleguen a la ejecución de las mejores prácticas del trabajo;
- Tener personas comprometidas, “que sea dueño del área”.
- Dejar explicito la responsabilidad de cada uno en la Organización.
- Garantizar que Operadores e Ingenieros, JUNTOS formen uno solo equipo de trabajo.
- Realizar plan general de mantenimiento.
- Hacer plan de mantenimiento para los equipos críticos.
- Realizar planes de inspección general.
- Hacer levantamiento general de repuestos.
- Garantizar que los repuestos ciertos y a la hora exacta.

BIBLIOGRAFIA

- www.aceriaspazdelrio.com
- La industria del Acero en Colombia 2005, Comité Siderúrgico en Colombia, Ed. Twodesignstudio, 2006
- Proceso Siderúrgico, Alfonso Gómez Peralta, 2002
- Inducción Elemental a la Laminación, Pedro Arenas García, 1982
- Tren 1100 y Steckel, Sep. 1972.
- Álbum Defectológico De Productos De Laminación Plana En La Empresa Acerías Paz Del Río S.A.; Juan David Sandoval Páez, 2006.
- Seis Sigma, Herramientas y estadística Básica para la Mejora de los Procesos, Seta desarrollo gerencial, Mayo 2005.